

특2001-0072119

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷

H04B 10/12

(11) 공개번호 특2001-0072119

(43) 공개일자 2001년07월31일

(21) 출원번호 10-2001-7001289
(22) 출원일자 2001년01월30일
반역문제출일자 2001년01월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US1999/17241 (87) 국제공개번호 WO 2000/07316
(86) 국제출원출원일자 1999년07월29일 (87) 국제공개일자 2000년02월10일
(81) 지정국 국내특허 : 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지아 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 우즈베키스탄 베트남 남아프리카 그레나다 가나 감비아 크로아티아 인도네시아 인도시에라리온 유고슬라비아 짐바브웨 알바니아 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 AP ARIPO특허 : 레소토 말라위 수단 스와질랜드 짐바브웨 가나 케냐 감비아 시에라리온 우간다 탄자니아
EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄
EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스
OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 기네비소

(30) 우선권주장 09/125,310 1998년07월30일 미국(US)
(71) 출원인 코드스트림 테크놀로지스 코퍼레이션 추후제출
미국 텍사스주 (우편번호 : 75081) 리차드슨 인터내셔널 파크웨이 1771 슈트 121
(72) 발명자 더트비렌드라
미국캘리포니아주 (우편번호 : 90230-6608) 컬버시티어플랜더웨이 5800 나라가마노히
미국캘리포니아주 (우편번호 : 90230-6608) 컬버시티어플랜더웨이 5800 찬제임스케이
미국캘리포니아주 (우편번호 : 90230-6608) 컬버시티어플랜더웨이 5800
(74) 대리인 김영선, 이동기, 최만서

심사결과 : 없음

(54) 광 CDMA시스템

요약

본 발명의 광통신시스템은 우수한 대역폭 활용을 실현하기 위해 확산스펙트럼 코드분할 다중 액세스(CDMA)를 이용하고, 제 1 코드를 갖는 단일 인코딩 마스크는 광신호를 인코딩하기 위해 사용되며, 마스크에 의해 공간적으로 인코딩되고 데이터를 이용하여 일시적으로 변조된 빛이 파이버 링크상에서 전송되고 디코더에 의해 수신되며, 편광 무반응 분리는 수신된 빛을 신호를 디코딩하기 위해 사용된 2개 디코딩 마스크에 제공되는 2개의 동일한 전력성분으로 분할하고, 상기 마스크중의 하나는 제 1 코드와 동일한 제 2 코드를 갖고, 다른 하나의 마스크는 제 1 코드의 보수인 제 3 코드를 가지며, 마스크에 의해 여과된 출력 광빔은 출력신호를 생성하기 위해 차동 검출되고, 상기 출력신호는 데이터 복구를 위해 추가 처리되며, 전기신호는 저역 여과되고 전기적으로 차동 검파되며, 상기 제 1 코드는 균형있는 양극 직교 코드의 세트에서 얻어진 단극 코드의 세트에서 선택되고, 상기 코드는 2진수 또는 아날로그인 것을 특징으로 한다.

요약

도

명세서

기술분야

본 발명은 광통신 시스템에 관한 것으로, 특히 광파이버를 통하여 데이터를 전송하는 광 코드 분할 다중 접속 통신 시스템에 관한 것이다.

배경기술

최근, 예를 들면, 위성 통신과 같은 기술, 케이블 TV와 같은 비디오 프로그래밍 분배 네트워크, 코드 분할 다중 접속 전화 통신을 포함하는 확산-스펙트럼 전화 통신의 증가된 사용으로 통신 대역폭에 대한 요구가 빠르게 확대되고 있다. 이러한 기술은 일반화 되었고 일상의 통신과 잘 통합된다. 대역폭 통신에 대한 요구의 증가는 새로운 통신 기술과 새로운 통신 기반 구축에 상당한 투자를 요구한다. 예를 들면, 케이블 TV산업, 전화회사, 인터넷 제공자 및 다양한 기관은 장거리 광파이버 네트워크와 광파이버 네트워크용 장비에 투자해왔다. 대역폭 사용에 대한 적극적인 요구를 가지는 이 기반의 부가는 새로운 기술과 기반에 있어서 아직 추가적인 투자가 요구되고 있다.

장거리로 광파이버를 설치하는 것은 많은 비용이 든다. 또한, 종래의 광파이버 또는 다른 광통신 네트워크는 단지 통신 시스템의 이용 가능한 대역폭의 작은 부분에서만 활용된다. 따라서, 광파이버 네트워크의 더 높은 유용성을 얻거나, 광파이버 시스템의 대역폭을 증가시키는 것은 상당히 중요하다. 광파이버 통신 시스템의 대역폭을 증가시키고 광파이버 시스템을 통해서 복수의 소스로부터의 정보를 전달하기 위한 기술이 개발되고 있다. 일반적으로, 이들 기술은 이러한 시스템에 의해 종래에 사용된 비교적 간단한 코딩 조직을 보완하는 것에 의해 광파이버의 쉽게 이용 가능한 광학 대역폭을 사용하는 것을 추구하고 있다. 대역폭이 개선된 여러 광파이버 시스템에 있어서, 광파이버는 단일하고 좁은 파장 대역으로 이루어진 광 캐리어 신호 상에 광학 채널을 이송하며, 다수의 사용자는 시분할 다중화(TDM) 또는 시분할 다중 접속(TDMA)을 사용하여 상기 광파이버에 액세스한다. 시분할 기술은 특정 통신 채널로 프레임 내의 연속 시간 슬롯을 할당하는 것에 의해 데이터의 프레임 전송한다. 광 TDMA는 펄스가 짧은 다이오드 레이저를 필요로 하고, 대역폭의 유용성에 적당한 개선했을 제공한다. 또한, TDM 네트워크 상의 전송 속도를 개선하는 것은 상기 네트워크에 장착된 모든 트랜스미터가 높은 전송 속도로 업그레이드되는 것을 필요로 한다. 부분적인 네트워크 업그레이드는 유연성이 적은 TDM 시스템이 바람직하다. 한편, TDM 시스템은 예측 가능하고 균일한 데이터 흐름을 제공하여, '폭발(bursty)' 사용을 경험하는 복수 사용자 시스템에 매우 바람직하다. 따라서, TDM 기술은 광 통신 시스템에서 지속적으로 중요하지만, 다른 기술이 전체 시스템에 대해 원하는 통신 대역폭을 얻기 위하여 사용되어야 한다. 따라서, TDM 통신 기술로 보완될 수 있는 광학 시스템에 증가된 대역폭을 제공하는 것이 바람직하다.

광통신 네트워크의 활용성을 개선하기 위한 한가지 방법은 TDM에 의해 허가되는 것보다 시스템 대역폭을 증가시키고, 복수 사용자 액세스의 독립적인 형태를 지원하도록 파장 분할 다중화(WDM) 또는 파장 분할 다중 접속(WDMA)을 사용하는 것이다. WDM 시스템은 확장된 대역폭을 제공하기 위해, 비중첩 파장 대역 중의 한 세트를 각각 이용하는 복수의 광 채널을 제공한다. 정보는 전형적으로 레이저 또는 광 방출 다이오드와 같은 좁은 파장 광원에 의해 발생되며, 할당된 파장 대역 내에서 광 빔을 사용하여 각각의 광학 채널에 독립적으로 전송된다. 각각의 광원은 데이터로 변조되며, 서로 다른 파장 대역의 모드에 대해 얻어진, 변조된 광출력은 다중화되며, 광파이버 내로 결합되어 광파이버를 통해서 전송된다. 각각의 채널에 대응하는 좁은 파장 대역 광의 변조는 간단한 디지털 데이터 또는 TDM에 의해 한정된 복수의 통신 채널을 인코딩할 수 있다. 서로 다른 파장 대역 내에 한정된 채널간에 간섭이 거의 발생하지 않을 것이다. 수신단부에서, 각각의 WDM 채널은 WDM 채널 상에 데이터를 전송하기 위해 사용된 파장 대역에 할당된 수신기에서 끝난다. 이는 동조 가능한 필터와 같은 복수기를 이용하여 수신된 전체 광신호를 서로 다른 파장으로 분리하고, 특정 채널의 파장으로 할당된 수신기에 분리된 좁은 파장 대역 광신호를 조사함으로써 시스템 내에서 달성될 수 있다. 적어도 이론적으로, 적절히 동조된 광원의 이용성은 WDM 시스템에 의해 지원되는 사용자 수를 제한한다. 예를 들면, 동작 온도의 함수로서의 파장의 안정성은 또한 상기 WDM 시스템의 동작 특성에 영향을 미칠 수 있다.

보다 실질적인 문제에서, WDM 시스템의 비용은 이 기술의 적용을 제한한다. WDM 광파이버 통신 시스템의 한 실시예는 128개의 다른 채널을 사용하는 비디오 분배 네트워크로서 미국 특허 제5,579,143호에 개시되어 있다. 128개의 서로 다른 채널은 128개가 가깝게 위치하지만 별개의 파장으로 동작하는 128개의 서로 다른 레이저를 사용하여 한정된다. 이들 레이저는 정확하게 선택된 파장을 가지며, 또한 한정된 모드 구조체를 가지며 통신 시스템에 요구되는 거의 특성을 갖는다. 상기 WDM 비디오 분배 시스템에 적합한 레이저는 각각 고가로, 원하는 광학 특성을 갖는 128개의 레이저에 대한 요구는 모든 시스템에 과도한 비용을 가져올 수 있다. 시스템의 비용은 로컬 지역 컴퓨터 네트워크와 같은 응용 장치에서의 사용에 바람직하지 않으며, 또한 상기 기술의 적용을 제한한다. 후술하는 바와 같이, 본 발명의 실시예는 미국 특허 제5,579,143호에 기술된 것과 같은 비디오 분배 네트워크를 제공할 수 있으며, 본 발명의 한 실시예는 적응성과 경제성을 갖는 시스템으로, 중간 및 광역 네트워크 적용의 다른 형태를 제공할 수 있다. 미국 특허 제5,579,143호의 많은 레이저 시스템의 WDM과는 달리, 본 발명의 한 실시예는 충분한 적응성과 비용의 효율성을 제공하여 적어도 로컬 네트워크의 여러 형태에 사용될 수 있다.

후술하는 바와 같이, 본 발명의 한 실시예는 공지된 WDM 시스템보다 저비용으로 광파이버 통신 시스템의 대역폭의 개선된 로딩을 얻기 위해 확산 스펙트럼 통신기술을 사용한다. 확산 스펙트럼 통신 기술은 상당한 이점과 실용적인 활용성, 특히 군보안 및 이동 전화 기술에 탁월한 유용성을 갖는 것으로 알려져 있다. 따라서, 광통신 기술에 적용될 수 있는 확산 스펙트럼 기술은 코드 분할 다중 접속(CDMA)에서 제안

되고 있다. 확산 스펙트럼 기술은 광파이버에 기초한 광통신 시스템의 대역폭이 충분히 크기 때문에 광통신 시스템에 바람직하며, 다차원 코딩 기술이 광통신 시스템에 즉시 입력될 수 있는 전기적으로 발생된 신호의 데이터 속도에 영향을 주지않고 사용될 수 있다. 데이터의 서로 다른 채널은 주파수 영역에 한정될 수 있으며, 독립 데이터 스트림은 채널 중의 어떤 채널 내에서 데이터 속도를 제한하지 않고 서로 다른 채널을 통해서 공급될 수 있다. 단순한 관점에서, 상술한 WDM 시스템은 복수의 데이터 채널이 서로 다른 파장에 대해 한정되는 확산 스펙트럼 시스템에 제한되는 경우를 고려할 필요가 있다. 서로 다른 파장 채널은 상기 파장 채널의 각각을 통해서 전송될 수 있는 광 주파수 영역과 시간 영역 신호에 한정된다. CDMA로부터, 전송한 WDM 통신 시스템의 별개의 파장 채널은 코드 벡터 간에 중첩이 없기 때문에 각각의 코드 벡터가 직교하는 단일 위치 코드를 제공한다.

광 CDMA 시스템에 대한 제안은, 예를 들면 Kavehrad 등의 'Optical Code-Division-Multiplexed Systems Based on Spectral Encoding of Noncoherent Sources,' J.Lightwave Tech., Vol. 13, No. 3, pp. 534-545(1995)의 라디오 주파수 CDMA의 전통적인 형태와 유사하다. 전송한 WDM 시스템에 대조적으로, 상기 제안된 광 CDMA 시스템은 광역 스펙트럼 소스를 사용하여 시간 영역 코딩에 부가하여 주파수(동일하게, 파장) 코딩을 조합한다. Kavehrad의 논문에서 제안된 이론상의 광 CDMA의 개략적인 설명을 도 1에 나타내었다. 상기 제안된 광 CDMA 시스템은 광역 스펙트럼, 예지 발광 LED와 같은 인코히어런트 소스, 수퍼 루머네스 다이오드 또는 에르븀 도핑된 광 파이버 증폭기를 사용한다. 도시된 CDMA 시스템에서, 상기 광 대역 소스는 시간 영역 데이터 스트림(10)으로 변조되며, 상기 시간 영역 변조된 광역 스펙트럼 광(14)은 거울(18) 또는 다른 조향 광학 장치에 의해 공간 광 변조기(16)내로 조사된다.

공간 광 변조기(16)내에서, 광 빔(20)은 공간 영역을 통해서 확산된 다양한 성분의 파장을 갖는 광 빔(24)을 발생하기 위하여 광의 스펙트럼을 공간적으로 확산시키는 격자(22)상에 입사된다. 그 다음, 상기 공간적으로 확산된 스펙트럼 빔(24)은 구면 렌즈(26)상에 입사되어 입사광을 필터링하는 공간적으로 패턴된 마스크(28)에 빔을 조사한다. 상기 마스크(28)에 의해 공간적으로 필터링된 광은 제 2 구면 렌즈(30)를 통과하여 광을 재결합하는 제 2 회절 격자(34)상에 보내진다. 마스크(28)는 한 쌍의 공조점 렌즈(26, 30) 사이의 중간에 위치되며, 회절 격자(22, 34)는 상기 공조점 렌즈(26, 30)의 각각의 초점 면에 위치된다. 상기 인코히어런트 소스의 광역 광학 스펙트럼은 공간적으로 패턴된 마스크(28)에서 공간적으로 확대되며, 상기 마스크는 확산 스펙트럼 광을 공간적으로 변조한다. 상기 광의 스펙트럼이 공간적으로 확대되기 때문에, 상기 공간적인 변조는 상기 광의 파장의 변조 또는 동등하게 광의 주파수의 변조를 야기한다. 따라서, 상기 변조된 광은 상기 마스크를 변조하기 위하여 사용된 특정 마스크의 주파수 패턴 특성을 갖는다. 그 다음, 이 주파수 패턴은 광 네트워크 내의 특정 사용자를 확인하거나 다중 채널 전송 시스템 내에서 특정 채널을 확인하기 위하여 사용될 수 있다.

상기 마스크(28)를 통과한 후, 공간적으로 변조된 광은 렌즈(30)를 통과하고, 그 다음으로, 상기 파장 변조된 광 빔(32)은 제 2 격자(34)에 의해 공간적으로 집속된다. 상기 파장 변조되고 공간적으로 집속된 광 빔(36)은 공간적인 광 변조기(16) 밖으로 통과되어 거울(38)이나 다른 조향 광학 장치에 의해 광파이버 네트워크 또는 전송 시스템에(42)에 조사된다. 여기서 설명되는 CDMA 시스템의 일부는 시스템의 전송기 부분을 나타내며, 상기 광파이버 네트워크(42)로부터 광 경로 아래쪽에 도시된 CDMA 시스템의 다른 부분은 도시된 시스템에 대한 수신기로 구성된다. 상기 수신기는 많은 사용자를 포함하는 네트워크 내의 특정 전송기를 확인하기 위하여 채택된다. 이는 상기 전송기 내의 특정 공간 마스크(28)를 제공하고 광학 네트워크 내의 많은 전송된 신호 중에서 전송 마스크의 공간적인 인코딩 특성을 상기 수신기에서 검출함으로써 달성된다. Kavehrad 논문에서 기술되어 있는 바와 같이, 상기 마스크(28)는 상기 전송기가 네트워크 상의 다양한 별개의 수신기를 선택할 수 있도록 가변적인 것이 중요하다. 달리 표현하면, 도시된 전송기를 사용하는 특정 사용자가 특정 수신기를 선택하거나 또는 사용자가 마스크(28)의 공간 패턴을 변경하는 것에 의해 전송된 데이터 스트림을 수신하면, 전송된 빔(40)의 주파수 코딩은 전송기 마스크(28)가 예정된 수신기의 공간적인 코딩 특성에 대응한다.

도 1에 도시된 수신기는 전송기 마스크(28)의 파장 또는 주파수 변조 특성을 검출하고 다른 특정 주파수 변조 패턴을 갖는 신호를 거부함으로써 특정 전송기로부터 전송된 데이터를 검출한다. 상기 광파이버 네트워크(42)로부터 수신된 광은 커플러(44)에 의해 2개의 다른 수신 채널 내로 결합된다. 제 1 수신기 채널은 공간적인 광 변조기(16)와 동일한 공간적인 광 변조기(46)를 포함하고, 제 2 수신기 채널은 상기 전송기의 공간적 광 변조기(16)와 유사한 구조이지만 상기 전송기 마스크(28)의 '대형' 마스크를 갖는 공간적인 광 변조기(48)를 포함한다. 각각의 공간적인 광 변조기(46, 48)는 수신된 광 신호에 대하여 필터링 기능을 실행하며, 필터링된 광을 결합된 광검출기(50, 52) 밖으로 보낸다. 광검출기(50, 52)는 상기 필터링된 광 신호를 검출하여 차분 증폭기(54)에 출력 신호를 제공한다. 상기 차분 증폭기(54)의 출력은 저역 필터(56)에 제공되며, 원래 전송 데이터(58)가 복구된다.

도 2는 상기 수신기 회로의 상세도이다. 이 도면에 있어서, 공간적 광 변조기(46, 48)는 도 1에 도시된 공간적 광 변조기(16)와 유사하며, 상기 시스템의 개개의 구성 요소는 개별적으로 도시되어 있지 않다. 수신된 광(60)은 상기 수신기로 입력되고, 커플러(62)를 사용하여 분리되며, 광의 일부는 공간적인 광 변조기(46)내로 조사되며, 광의 다른 부분은 거울(64)을 사용하여 다른 공간적인 광 변조기(48)내로 조사된다. 공간적 광 변조기(46)는 동일한 공간적인(주파수, 파장) 변조 기능을 사용하여 전송기의 공간적 광 변조기(16)에 사용된 것과 같이 수신된 광(60)을 필터링하고, 상기 필터링된 광을 광검출기(50)에 제공한다. 공간적 광 변조기(48)는 보수 공간적 필터링 기능을 사용하여 상기 수신된 광을 필터링하고, 그 출력을 상기 검출기(52)에 제공한다. 증폭기(54)는 2개의 광검출기로부터의 출력 신호를 감산한다. 전송기의 공간적 광 변조기(16)와의 동일한 필터링 기능 효과를 위해, 공간적 광 변조기(46)는 전송기 마스크(28)와 동일한 마스크(66)를 포함한다. 공간적 광 변조기(48)는 마스크(28, 66)에 보조적인 필터링 기능을 실행하는 마스크(68)를 포함하여, 공간적 광 변조기(48)가 공간적 광 변조기(16, 46)의 필터링 기능에 보조적인 필터링 기능을 실행하도록 한다. Kavehrad의 논문에서, 각각의 마스크(16, 66, 68)는 액정 소자로, 이들 마스크는 충분히 프로그램 가능하다.

마스크에 내장된 특정 코드는 상기 제안된 광학 응용 장치에 적합하여야 한다. CDMA가 라디오 주파수(RF) 영역 통신 시스템에 폭넓게 사용되고 있지만, 광 시스템 내의 주파수(파장) 영역 인코딩에서의 이의 적용은 제한되고 있다. 이것은 상기 RF CDMA 시스템의 성공이 양호한 보정 특성을 갖는 잘 설계

된 양극 코드 시퀀스(즉, +1과 -1값의 시퀀스)의 사용에 결정적으로 의존하기 때문이다. 이러한 코드는 M-시퀀스, 골드 시퀀스, 카사미 시퀀스 및 직교하는 월시 코드를 포함한다. 이들 양극 코드는 위상 정보를 포함하는 전자기 신호가 검출될 수 있기 때문에 RF 영역에서 사용될 수 있다. RF CDMA 기술은 광학 시스템이 위상 정보를 검출할 수 없기 때문에 인코더/더코더 광원과 직접 검출(즉, 광검출기를 사용하여 세기의 제곱 검출)이 사용되는 광 시스템에 폭넓게 적용할 수 없다. 네가티브 심볼 값을 한정하는 코드 시퀀스는 이러한 광학 시스템에 사용될 수 없다. 결과적으로, 단지 단극 코드, 즉 0과 1의 값의 코드 시퀀스만이 직접 검출 광학 시스템에서 CDMA에 대해 사용될 수 있다.

Kavehrad 논문은 단극(0과 1만) M-시퀀스 또는 하다마드 코드의 단극 형태가 제공된 마스크를 포함하는 도 1 및 도 2에 도시된 시스템 내의 마스크에 대한 다양한 양극 코드의 적용을 제안하고 있다. 양극 코드의 이들 종류에 대해, Kavehrad 논문은 길이 N의 양극 코드는 길이 2N의 단극 코드 시퀀스로 변환되어야 하며, 이러한 코드를 포함하는 시스템은 전체 N-1의 사용자를 지원할 수 있어야 한다고 나타내고 있다. Kavehrad 논문은 이러한 시스템의 실행에 대한 논의는 거의 없이 CDMA 시스템의 이론적인 적용만을 개시하고 있다.

변환된 양극 코드 시퀀스를 포함하는 광 CDMA 시스템의 보다 실질적인 실례는 단극 시스템에서의 양극 코드의 전송 및 검출에 대하여 제안되었다. 이 시스템은 L.Nguyen, B.Aazhang 및 J.F.Young, 등에 의한 'Optical CDMA with Spectral Encoding and Bipolar Codes,' Proc. 29th Annual Conf. Information Sciences and System(Johns Hopkins University, March 22-24, 1995),와 'All-Optical CDMA with Bipolar Codes,' Elec. Lett., 16th March 1995, Vol. 3, No. 6, pp. 469-470에 기술되어 있다. 이는 또한 Young 등의 미국 특허 제5,760,941호에 요약되어 있다. Young의 특허로 언급되는 시스템은 도 3에 개략적으로 도시되어 있으며, 전송기(80)는 광역 스펙트럼 광원(82)을 사용하며, 광원은 빔 스피큘러(84)에 의해 2개의 공간적 광 변조기(90, 92)에 의해 처리되는 2개의 빔(86, 88)으로 분리된다. 제 1 공간적 광 변조기(90)는 광 빔(86)을 스펙트럼 분산하기 위한 분산 격자(94)와 광 빔의 스펙트럼 성분을 선택적으로 통과시키거나 또는 차단하는 제 1 공간적 인코딩 마스크(96) 상에 상기 분광된 광을 시준하고 조사하는 렌즈(98)를 포함한다. 렌즈(100)는 공간적으로 변조된 광 빔의 공간적 성분을 수집하고, 재결합 격자(102)는 인코딩된 빔(104)으로 상기 확산 빔을 재결합한다. 인코딩 마스크의 '통과' 및 '차단' 상태는 0과 1의, 즉 2진수의 시퀀스, 단극 코드를 나타낸다. 제 1 마스크(96)에 대한 코드(106)는 코드 $u \otimes u^*$ 를 가지며, 여기서, u 는 길이 N의 단극 코드, u^* 는 그의 보수, \otimes 는 2개의 코드의 연결을 나타낸다. 제 2 인코더(92)(상세히 도시되지 않음)는 그의 인코딩 마스크가 코드 $u \otimes u^*$ 를 가지는 것을 제외하고는 제 1 인코더(90)와 유사하다. 심볼 소스(108)는 제 1 온/오프 변조기(110)로 0과 1을 나타내는 위상의 시퀀스를 출력하며 변환기(112)를 통하여 제 2 온/오프 변조기(114)로 출력한다. 상기 2개의 변조기(110, 114)는 상기 2개의 공간적으로 변조된 광 빔을 변조하며, 상기 2개의 빔은 2개의 인코딩된 광 빔(118, 120)을 조합하기 위하여 빔 스피큘러(116)를 사용하여 결합된다. 상기 변조된 광 빔은 상기 소스로부터의 비트가 0 또는 1인지에 따라 출력 포트에 교대로 결합된다.

그 다음, 이 시스템은 도 2의 수신기에 도시된 바와 같이 2개의 보수 채널의 차분 검출로서 수신기를 사용할 수 있다. 상기 수신 채널에는 코드 $u \otimes u$ 와 코드 $u \otimes u^*$ 를 각각 위치시키는 마스크가 구비되며, 0과 1의 시퀀스는 채널의 마스크에 관련된 신호를 수신하는 채널에 따라 검출된다. Young의 미국 특허에서 제안된 시스템은 광 CDMA 시스템에서 사용되어지는 RF CDMA 기술에 대해 개발된 양극 코드의 사용을 허용한다. 그러나, 길이 2N의 마스크에 대해, 코드 u 와 그의 보수 u^* 는 마스크상에 연결되어 나타나야 하기 때문에 단지 N 코드만이 형성될 수 있다.

따라서, 본 발명의 목적은 주파수 영역 CDMA 인코딩/디코딩구조 및 과도하게 간섭을 증가시키지 않고서 사용자의 수가 최대화되는 경우 상기 구조를 구체화하는 광통신 시스템을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 인코딩 및 디코딩을 위해 비교적 간단한 시스템을 사용하지만 효과적으로 스펙트럼을 이용하는 시스템을 제공하는 것이다.

광 파이버 기반 통신 시스템의 처리 능력비는 사용자 쌍의 수의 시간을 재는 각각의 사용자의 데이터 속도 결과로서 한정된다. 상기 광파이버 통신 시스템의 처리 능력비는 사용자, 광원 대역폭, 사용자 데이터 속도, 사용자의 수 및 원하는 비트 에러 비율(BER)의 광 소스 전력의 함수이다. 그러한 많은 시스템에서, 제한 요소는 상기 광원 전력에 독립적인 사용자 대 사용자 인터페이스이다. 상기 인터페이스는 사용자가 정보를 전송할 때 최대 데이터 속도를 부여한다. 본 발명의 목적은 확산 스펙트럼 CDMA 통신 시스템의 시스템 처리 능력비를 증가시키는 것이다.

발명의 상세한 설명

상기 및 다른 목적은 2진 또는 아날로그 인코딩 및 수신기를 가진 공간 인코더를 사용하여 얻어진다. 특히, 넓은-스펙트럼 광원이 전달될 데이터를 이용하여 변조된다. 변조된 광선은 예를 들면, 회절 격자를 사용하여 분산되고 공간 스펙트럼-코딩 마스크를 통과한다. 공간 코딩 마스크는 균형된 양극의 직교 코드 세트로부터 유도된 바람직한 단극 코드 세트에 속한 단극 코드를 나타낸다. 변화된 광선을 인코딩한 분산된 주파수는 광파이버 또는 광통신시스템에 주입하는 변환되고 인코딩된 확산 스펙트럼 광학 신호를 제공하기 위해 재조합된다.

전달된 신호의 복구는 특히 맞는 필터의 사용을 통해서이다. 어떤 수신기에서, 어떤 특히 바람직한 실시예에서 편광 무반응 스피큘러(splitter)인 광스플리터는 공간적으로 파이버에서 빛의 스펙트럼을 분리하기 위해 회절 격자를 통해 파이버에서 빛을 분리 전환한다. 확산 스펙트럼 광통신을 잠재적으로 포함하는 공간적 확산 신호는 신호 복구를 제공하는 수신기를 통과한다. 가장 바람직하게, 광학 신호는 차동 검출에 의해 전기적인 신호로 변환되고 생성된 전기 신호는 바람직하게 저역 통과 여과되고 특히 우월한 실시예에서 전기 신호는 전기 신호의 네가티브 성분을 제거하는 제한소자가 제공된다. 수신기의 차동 검출은 많은 방법으로 이행될 수 있다.

하나의 실시예에서, 인코더 및 디코더의 마스크는 월쉬(Walsh) 코드와 같은 0 및 1을 포함하는 단극 2진

코드를 포함한다. 공간적으로 확산 빛은 두개의 디코딩 마스크를 통과할 것이다. 다른 디코딩 마스크가 인코더 마스크의 비트-반사 보충이거나 또는 만약 코드가 예를 들면 아날로그라면 인코더 마스크의 보충 이 반대인 한, 하나의 디코딩 마스크는 인코더 마스크와 같다. 공간적으로 확산 디코딩된 빛 신호는 재 조합되고 광학 신호의 두개의 채널은 바람직하게 차동 검출에 의해 전기 신호로 변환된다. 여기서 기술 된 설명되는 실시예 안에서, L-1 사용자 전체에 대한 L-1 통신채널을 한정하기 위해 L 위치 마스크를 제공 하는 것이 가능하다.

또 다른 실시예에서, 공간적 확산 빛은 검출기의 배열에 의해 검출될 수 있다. 배열에서 각 검출기는 광학적으로 확산 파의 길이와 일치하는 빛의 세기를 측정하고 전기 신호의 일치하는 배열을 출력한다. 전기 신호의 배열은 디지털 신호 처리(DSP)에 의해 처리될 것이다. 디지털 신호 처리는 인코더 마스크 비트가 1(투명) 또는 0(불투명)인가에 의존하는 양 또는 음에 의한 배열에서 각 검출기로부터 얻은 신호의 다양화를 포함한다. 발생한 비트 생성물은 데이터 복구가 되기 전에 합쳐진다. 상기 디지털 처리는 월쉬 인코더 코드의 양극 형태인 하다마드(Hadamard) 코드에서 일치하는 비트에 의한 배열에서 개별적인 검출기로부터 얻은 신호의 다양화에 일치한다.

코딩은 또한 단극 아날로그 코드를 사용할 수 있다. 여기서, 아날로그 코딩은 공간적 인코더가 디지털 코딩(즉, 공간 인코더는 투명 또는 불투명한 셀의 마스크를 사용되는데)에 반대되는 다양한 불투명도 마스크를 사용할을 의미한다. 코드는 바람직하게 코사인 및/또는 사인파, 장방형파 또는 체비셰프(Chebyshev) 다항식과 같은 유일하고 직각 웨이브렛 기능의 세트로부터 유도된 단극 웨이브렛(wavelet)의 하나의 세트를 사용한다. 단극 웨이브렛은 마스크가 지속적이지 않고 많은 셀을 포함한다는 사실에 기인한 지속적인 기능에 반대되는 분리된 기능 과정이다. 이 실시예에서, 웨이브렛은 양자화되거나 또는 검출된 공간적으로 확산 빛 형태에 공간적 푸리에(Fourier) 변환을 이용하여 행해지기 위해 디코딩에 허용되는 다양한 조화의 주파수의 공간적 사인파가 분리된다. 코드 수의 제한은 지속적인 조화 사인 파 및 수신기의 분해에 반대되는 부품을 사용하는 효과에 단지 기초한다.

본 발명에 따른 특히 바람직한 수신기는 수신기의 입력에서 편광 무반응 광스플리터를 포함한다. 더 바람직한 수신기는 효과적으로 요구된 사용자 채널을 검출하는 광학 CDMA 수신기가 바람직한 차동 검출구조를 허용하기 위해 받은 광선을 충분히 같은 세기의 수준으로 두개의 광선으로 분리된다. 편광 무반응 광스플리터의 실시예는 두개의 직각 편광의 다른 하나를 갖는 각 채널의 광선의 1차 및 2차 채널로 받은 광선을 나누는 1차 편광 감응 소자로 구성된다. 예를 들면 빛의 하나의 채널은 받은 빛의 수직으로 편광하는 성분을 포함하고 다른 채널은 받은 광선의 수평으로 편광하는 성분을 포함한다. 한개 채널의 편광이 다른 광선의 편광으로 전환된다. 직선으로 편광된 빛에 대해 이는 빛의 편광을 회전하는 것을 포함한다. 빛의 두 채널은 재조합되고 빔스플리터에 제공된다. 이 빔스플리터는 전형적으로 조합된 빛의 편광이 잘 한정되고 단정할 수 있기 때문에 조합된 빛을 현실적으로 같은 세기의 두 빛으로 실제로 분리하는 편광 감응 소자이다.

도면의 간단한 설명

- 도 1은 CDMA 통신시스템을 개개하는 종래의 광파이버를 나타내는 도면,
- 도 2는 도 1의 시스템에 사용되는 한개 수신기 외형의 더 상세한 도면,
- 도 3은 광학 CDMA 시스템에서 양극 코드를 사용하는 인코더를 나타내는 도면,
- 도 4 및 5는 본 발명에 따른 광파이버 네트워크의 다른 외형을 나타내는 도면,
- 도 6은 본 발명에 따른 인코더의 제 1 실시예의 조립 분해도,
- 도 7은 본 발명에 따른 디코더의 제 1 실시예의 조립 분해도,
- 도 8은 본 발명에 따른 디코더의 제 2 실시예의 조립 분해도,
- 도 9는 본 발명에 따른 인코더의 제 3 실시예에서 사용되는 액정마스크의 구조도,
- 도 10A, 10B 및 10C는 도 9의 마스크에 대한 이산 투명도 기능을 연속적으로 나타내는 도면,
- 도 11은 파이버로부터 받은 빛의 푸리에 형태의 그래프,
- 도 12A 및 12B는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 인코더 및 디코더를 도식적으로 나타내는 도면,
- 도 13A, 13B 및 13C는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 마스크 기능 및 마스크의 그래프,
- 도 14는 본 발명에 따른 방법을 사용하여 파이버상의 통신의 N 채널에 대한 광선을 생성하기 위한 충분한 세기를 가진 N 넓은-스펙트럼 광학적 원천의 배열을 생성하기 위한 도구들을 도식적으로 나타내는 도면,
- 도 15는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 바람직한 편광 무반응 광스플리터를 도식적으로 나타내는 도면, 및
- 도 16은 도 7에서 도식적으로 설명한 광학 검출 회로를 더 상세히 나타내는 도면이다.

실시예

관련출원

하기 출원은 본 출원에 관한 것이고 이 출원에 온전히 참고로 각각 만들어진다:

1996년 11월 19일에 제출된 미국 특허 제 08/752,211 호 'High Capacity Spread Spectrum Optical Communications System,'

1998년 7월 30일에 제출된 미국 특허 제 09/126,217 호 'Optical CDMA System Using Sub-Band Coding,'

1998년 7월 30일에 제출된 미국 특허 제 09/127,343 호 'Method and Apparatus for Reduced Interference in Optical CDMA'

본 발명자는 상기에 논의된 카베라드(Kavehrad) 논문, 이론적 제안 및 영(Young)의 특허 및 상기에 논의된 관련 특허에서 기술한 시스템 모두를 연구했다. 상기 시스템의 많은 면이 부적절하다. 예비 문제로, 시스템은 받은 빛을 같은 세기의 수준으로 두개의 다른 광선을 나누는 가능성에 전술된다. 실제적 문제에서, 광파이버, 네트워크와 같은 광통신시스템에서 얻은 광선의 편광은 알려지지 않을 것이다. 영의 특허에서 보여진 것 및 카베라드 논문에서 보여진 결합기와 같은 빔스플리터가 편광 감응이기 때문에 세기는 상기 참조에서 설명된 시스템의 두 채널 사이에서 똑같이 나누어지지 않을 것이다. 수신기의 두 채널 안에 같거나 거의 같은 세기 수준이 아니라면, 두 신호의 감하기는 다른 사용자 신호를 알맞게 분리하지 않을 것이고 수신기는 효과적이지 않을 것이다. 이 문제에 주의를 기울이면, 본 발명에 따른 특히 바람직한 수신기는 광선을 받고 광선을 편광 무반응 광스플리터를 사용하여 다른 채널로 나눈다. 수신기의 입력에서 편광 무반응 광스플리터를 만드는 것은 더 실제적인 광학 CDMA 시스템이 실시되게하고 통신시스템에 제공된 사용자의 수가 상당히 증가한다.

카베라드 논문은 마스크에 나타난 코딩 광학 CDMA 시스템이 시스템의 각 채널의 데이터 비율에 비례하고 기술한다. 실제적 문제에서, 상기 실시는 적어도 500MHz 및 바람직하게는 그 이상에서 바뀔 수 있는 마스크가 필요하다. 카베라드 논문에 기술된바와 같이 적당한 마스크는 이 구조와 코딩 계획의 실시를 존재하지 않는다. 본 발명의 바람직한 실시에는 고정된 또는 입력 광원에서 실행된 높은-속도 데이터 조절을 가진 천천히 변화하는 마스크를 이용하여 더 간단한 코딩 계획을 제공한다.

카베라드 및 영 시스템 모두 시스템에 N-1 사용자를 제공하기 위해 2N-위치 마스크를 필요로하는 방법에서 양극 코드의 실시를 제안한다. 본 발명의 특히 바람직한 실시에는 N-1 사용자에 유용한 N-1 채널을 한정하기 위해 N-위치 마스크를 허용하는 코딩 계획과 검출 계획을 사용한다. 바람직한 코딩 계획은 전달 데이터에 대해 인코딩 마스크에서 사용된 단위 형태로 수정된 2진(0, 1) 하다마드 코드 배열을 만든다. 만약 데이터가 적당한 수신기에서 재생된다면 데이터는 확실히 재생된다. 수신기는 전달 장치의 그것과 같은 마스크를 포함한 하나의 채널 및 전달 장치의 마스크의 비트-방식 보충인 마스크를 가진 두번째 채널의 두가지 검출 채널을 포함한다. 가장 바람직하게 수신기는 수신기내의 두가지 받은 채널을 한정하는 편광 무반응 광스플리터를 포함한다. 이 시스템은 많은 사용자 시스템에서 확실한 광학 데이터 전달을 제공하는 것이 관찰되어왔다. 따라서, 본 발명의 몇몇의 바람직한 실시에는 영 특허에서 기술된 바와 같은 양극 코딩 계획의 우위를 갖지만 더 짧은 코드 배열에서도 그렇다.

본 발명의 특히 바람직한 실시예의 중요한 면은 수신기에 예측할 수 없는 방법으로 편광되거나 편광되지 않고 확실히 받은 빛을 같은 세기의 두개의 빛으로 나누는 빛을 받아들이는 편광 무반응 광스플리터를 제공한다. 본 발명의 어떤 실시예에 따른 바람직한 다른 검출을 수행하기 위해서, 입력 빛의 편광에도 불구하고 거의 같은 세기 수준의 두개의 빛으로 받은 빛을 확실히 나누는 것이 바람직하다. 일반적인 문제에서, 종래의 빔스플리터는 편광 감응이고 만약 입력 빛의 편광이 미리 공지되지 않으면 확실히 입력 광선이 같은 세기 빛으로 나눌 수 없다. 가장 실제적인 광파이버 전달 시스템은 광선의 편광을 보호하지 않는 광파이버를 사용한다. 그것으로서, 대부분의 시스템에서 광학 CDMA 파이버 전달 시스템에서 얻은 광선의 편광을 예측하는 것이 불가능하다.

본 발명의 바람직한 면에 따른 수신기의 특히 바람직한 실시에는 편광 무반응 빔스플리터를 제공한다. 편광 분석기 또는 편광 감응 빔스플리터는 광통신시스템으로부터 광선을 얻는다. 편광 분석기 또는 편광 빔스플리터로부터 출력은 두개의 직각 편광 광선 및 두개의 다른 광학 경로에 따라 제공된 광선으로 구성된다. 광학 같은 세기 수준의 두개의 빛으로 받은 빛을 확실히 나눈다. 지금 공지된 편광의 같은 편광의 빛을 포함하는 두개의 광선 모두 조합되고 종래의 편광 감응 빔스플리터를 사용하는 두개의 같은 세기 빛을 분리된다. 본 발명의 상기 특히 바람직한 측면은 하기에 더 자세히 특히 도 15 및 그것이 수반하는 논의를 참고하여 기술된다.

수신기의 두 채널 안에서 신호는 바람직하게 다른 형태, 예를 들면 백-투-백(back-to-back) 형태로 광다이오드의 다른 쪽에 각 채널로부터 나온 빛을 결합함으로써 검출된다. 광다이오드로부터 전기 출력은 두 채널에서 얻은 신호의 다른 측정일 것이다. 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 전기 출력 신호는 낮은 통과 여과되고 다이오드와 같은 전기 제곱 회로 소자가 제공된다. 이 제곱 소자 또는 제한기는 바람직하게 받은 전기 신호의 감소하는 비율을 제거하고 또한 받은 전기 신호의 증가하는 비율을 증폭하기 위해 사용된다. 전기 신호의 감소하는 비율은 즉시 노이즈와 같고 그래서 전체 시스템의 노이즈 비율에 신호를 제거될 수 있다.

본 발명에 따른 CDMA 인코딩/디코딩 체계가 가령 통신 시스템, 케이블 TV 시스템, 근거리 통신망(LANs), 통신 네트워크에서 파이버 백본 링크(backbone link) 및 다른 고대역폭 용도와 같은 광통신 시스템에서 사용될 수 있다. 도 4는 본 발명이 사용되는 광통신 시스템의 구조도를 나타낸다. 다수의 사용자(users) 쌍인 $S_{11}, S_{12}, S_{21}, S_{22}, \dots, S_{1n}, S_{2n}$ 가 광파이버 매체(130)에 연결된다. 첫번째 사용자 그룹인, $S_{11}, S_{21}, \dots, S_{1n}$ 이 근접하게 위치하고, 별형태로 파이버(130)에 결합될 수 있으며, 두번째 사용자 그룹인, $S_{12}, S_{22}, \dots, S_{2n}$ 는 첫번째 그룹에서 가깝게 위치하지만, 약간 떨어져 있으며, 별형태로 파이버(130)에 결합된다. 선택적으로, 첫번째 그룹 또는 두번째 그룹에서의 사용자 또는 양쪽에서의 사용자가 도 5에서 개시된 바와 같이 각각의 분포된 지점에서 파이버(130)에 결합될 수 있다. 도 4의 구조는 파이버 백본에 매우 적당하며, 반면에 도 5의 구조는 전화 시스템에 더 적당하다.

사용자 쌍인 S_{11}, S_{21} 는 광파이버 채널을 사용하여 다른 것들에 연결되고, 다른 사용자 쌍들이 같은 광파이버 배상에서 동시에 연결된다. 각 사용자쌍(S_{11}, S_{21})이 두개의 사용자 사이에서 데이터를 전송하고, 수신하기 위해서 코드(u_i)로 지정되고, 다른 사용자 쌍은 다른 코드가 바람직하게 지정된다. 사용자쌍에서 전송 사용자(예를 들면 S_{11})는 사용자쌍(S_{11}, S_{21})으로 지정된 코드(u_i)를 사용하여 광신호를 인코딩하고, 상기

사용자쌍에서 수신 사용자(S_{i2})가 같은 코드(U_i)를 사용하여 광신호를 디코딩한다. 상기 구조는 예를들면 통신 네트워크의 광파이버 백본으로 사용될 수 있다. 본 발명의 구체예는 상기가 네트워크 환경에서 사용될 수 있다고 기술되었고, 본 발명이 사용될 수 있는 다른 시스템 구조가 이후에 기술된다.

도 6은 CDMA 변조기/인코더의 첫번째 구체예(140)를 나타낸다. 광대역 광원(142)으로, 가령 초형광 다이오드(SLD) 또는 에르븀-도핑된 파이버 소스(EDFS)가 광학 변조기(144)에 결합되었다. 상기 광학 변조기는 예를들면 키이 또는 펄스코드 모듈을 사용하는 데이터 소스(146)에서 데이터 또는 다른 정보에 근거한 광원(142)에서 빛을 조절한다. 그리고 마스크 및 코딩체계를 제외하는 도 1에서 개시된 공간적 광 변조기(16)와 유사한 인코더(150)가 변조된 광대역 광선을 공간적으로 인코딩한다. 상기 인코더(150)는 축을 따라 변조된 광선의 스펙트럼이 공간적으로 확산되는 회절격자(152)를 포함한다. 공간적으로 확산된 광선이 시준렌즈(154)에 의해서 조준되고, 콜리메이트 빔이 인코딩 마스크(156)를 통과한다. 인코딩 마스크는 시준 렌즈(158)에 의해서 수집되는 공간적으로 인코딩되고 변조된 광선을 제공한다. 파이버(162)로 주입되는 회절격자(160)에 의해서 넓은 스펙트럼 빔의 뒤쪽에 조합되어 단일형태의 광파이버이다. 스타 커플러, Y 커플러 등과 같은 광커플러(164)가 인코딩된 빔을 파이버(162)로 결합시키는데 사용된다. 선택적으로 먼저 상기 광선이 인코더(150)로 인코딩되고, 변조기(144)에 의해서 조절된다.

도 7은 두개의 채널(170 및 172)을 갖는 호환형 디코더를 나타낸다. 가능한 다수의 확산 스펙트럼 신호를 포함하는 광 신호가 광커플러(개시되지 않음)를 사용하여 파이버(162)에서 전환시키고, 빔 분리기(174)를 통해 두개의 빔으로 나눈다. 상기 빔 분리기는 도 15에서 나타내고, 하기에 도면을 참고로 설명되어 있는 편광 무감성분이 가장 바람직하다. 하나의 입사광이 회절격자(176)에 의해서 축을 따라 공간적으로 확산되고, 검출 또는 디코딩 마스크(184)를 통과하기전에 시준렌즈(180)에 의해서 조준된다. 상기에서 설명된 바람직한 구체예에서 디코딩 마스크(184)가 인코딩 마스크(156)와 동일하다. 디코딩 마스크(184)를 통과한 빛이 시준렌즈(188)를 통과하고, 회절격자(192)가 공간적으로 확산 광을 넓은 스펙트럼 빔으로 재조출시킨다. 다른 채널에서, 빔을 수신하는 스플릿의 두번째 성분인 회절격자(178)에 의해서 공간적으로 확산되고, 두번째 디코딩 마스크(186)를 통과하기전에 시준렌즈(182)에 의해서 조준된다. 가장 바람직하게 상기 디코더의 전환된-이진 하다마드 코드 단극 구체예에서, 상기 두번째 디코딩 마스크(188)는 인코더 마스크(184)의 비트 형식 보수이다. 두번째 디코딩 마스크(186)를 통과한 후에 빔이 시준 렌즈(190) 및 회절격자(194)를 통과하여 공간적으로 확산하는 것을 제거한다. 그리고 제1 디코더 채널(170)의 출력이 광검출기(196)로 공급되어 광을 전지신호로 전환시킨다. 유사하게 디코더 채널(172)에서 출력이 광검출기(198)로 공급되어 광을 전지신호로 전환시킨다. 그리고 두개의 전기 신호가 데이터에 공급되는 두개의 검출 다이오드(196 및 198) 및 클록 복구 하드웨어 및/또는 소프트웨어(200)의 역변환 배열에 의해서 감쇠된다. 두개의 전지신호가 또한 두개의 이득 제어 회로로 각각 처리되어, 다른 순환이 실시되기 전에 두개의 검출기 채널(170 및 172)에서 다른 손실차이를 조절한다. 그리고 미세 전기 신호가 데이터 복구를 위해서 검출된다. 디지털 데이터 스트림용 데이터 복구는 예를들면 다른 신호의 집적 및 제곱 검파를 포함한다. 본 발명의 유사 코드 마스크 구체예에 의해서 제공되는 유사신호용 데이터 복구는 예를들면 다른 신호를 저역필터하는 것을 포함한다.

도 8은 디코더(210)의 다른 구체예를 나타낸다. 상기 구체예에서, 파이버로부터 수신된 광선은 두개의 마스크를 갖는 두개의 채널로 분할되지 않고, 격자(212)에 의해서 확산되고, 렌즈(214)에 의해서 조준된다. 그리고 콜리메이트 광이 검출기(216)의 배열에 의해서 인터셉트된다. 배열내 검출기의 수는 인코더 마스크에서 비트의 수와 동일하다. 각 검출기 위치는 인코더 마스크 비트 위치에 해당한다. 상기 배열에서 각 검출기에서 검출기 신호는 해당하는 인코더 마스크 비트가 '투명' 또는 '불투명'의 여부에 따라 '1' 또는 '-1'을 곱한다. 모든 배열기 출력의 결과가 합산된다. 그리고 상기의 합은 데이터 복구에 대해 임계값(218)과 비교한다. 상기 디지털 처리가 불연속 논리 하드웨어에서 또는 소프트웨어를 사용하는 DSP 220에서 실시된다. 유사 마스크가 인코딩에 사용되는 경우, 검출기의 출력에 '1' 또는 '-1' 이외의 수를 곱한다. 도 6 및 도 7의 구체예에서, 오직 하나의 인코더 마스크가 전송 데이터에 사용되고, 연결된 코드가 종래의 교환에서와는 대조적으로 요구되지 않는다.

본 발명에 따른 바람직한 인코딩 및 디코딩 체계가 다음에 설명된다. 본 명세서에서 사용되는 '단극 코드'는 이진 코드의 경우에 1 또는 0을 포함하는 코드 시퀀스 또는 유사 코드의 경우에 0과 1사이의 값을 갖는 코드 함수를 의미한다. '이진 코드'는 이진 코드의 경우에 -1 또는 1을 포함하는 코드 시퀀스 또는 유사 코드의 경우에 -1과 1사이의 값을 갖는 코드 함수를 의미한다. 단극 이진 코드(u)의 보수는 $(1-u)$ 이고, 예를들면 0이 1로 대체되고, 1이 0으로 대체되는 비트 형식 보수를 나타낸다. 단극 유사 코드(f)의 보수는 $(1-f)$ 이다. 단극 이진 코드는 하기의 설명에서 예로서 사용된다.

CDMA 시스템에서, 스펙트럼 인코딩/디코딩 체계에 대한 기본 조건은 수신 사용자에서 디코딩 장치가 해당하는 송신 사용자에서 데이터 신호를 복구하는 한편, 모든 다른 사용자로부터의 신호로부터 간섭을 감소 또는 제거하는 것이다. 몇개의 시스템에 있어서, 수신 마스크는 특정의 수신기가 같은 채널의 데이터로 수신하게되면 고정될 것이다. 다른 시스템에서, 수신 마스크는 다른 신호 소스가 많은 가능한 소스로부터 선택될 수 있도록 프로그램될 수 있다. 인코더/머릿 광원을 사용하는 확산 스펙트럼 CDMA 시스템에서, 인코더/머릿 광학 시스템이 포지티브 신호만을 전송하기때문에 페이스정보를 이용할 수 없고, 단지 단극 코드가 인코딩에 사용될 수 있다. 단극 이진 코드는 이진 디지털의 시퀀스, 가령 $u_i = 110011110101011$ 로 나타내며, 상기에서 하첨자인 i 는 i 번째 사용자 쌍(또는 채널)을 나타낸다. 시퀀스에서 디지털의 수(N)는 코드의 길이로 나타낸다. 실제로, 특정의 바람직한 이진 단극 코드 마스크에 있어서, 각 코드값은 공간적으로 변조된 넓은 스펙트럼의 광선에서 고정된 진동수 또는 파장 간격에 해당하는 공간적으로 패턴된 마스크에서 투명하거나 또는 불투명한 고정된 간격의 슬롯에 해당한다.

단일 마스크가 인코딩 및 디코딩에 사용되는 경우, 상기 코드는 바람직하게 상기가 직각이 되도록 선택된다.

$$u_i \cdot u_j = \delta(i-j) \text{ 또는 } 0(i \neq j)$$

(상기 수학식 1에서, M 은 두개의 코드의 비트 형식 도트 프로듀서를 나타내고, M 은 상수이다)

직각코드가 사용되는 경우, 각 전송 사용자가 단일 인코딩 마스크를 사용하여 신호를 전송하고, 해당하는 수신 사용자가 해당하는 전송 사용자로부터 신호를 복구하기위해서 인코딩 마스크와 동일한 단일 디코딩 마스크를 사용하는 한편, 모든 다른 사용자로부터 간섭신호를 제거한다. 그러나 상기 소망하는 결과는 코드가 이진 기본 벡터로서 선택되는 경우에만 나타난다:

$$u_1 = 000 \dots 001$$

$$u_2 = 000 \dots 010$$

$$u_3 = 100 \dots 000$$

상기 코드의 세트는 전체 코드중에 오직 하나의 디지털이 1이기때문에 마스크의 오직 하나의 진동수 빈은 대부분의 빈이 차폐되는 동안 이를 전원이 통과하기때문에 바람직하지 않다. 상기 시스템이 인코더먼트 파장 분할 다중 접근(WDMA)시스템으로 나타낼 수 있다. 상기 코드는 광원의 약 1/M만이 전송되고, 그의 나머지는 폐기되기 때문에 바람직하지 않다.

도 6 및 도 7에서 기술된 인코딩 및 디코딩 시스템에서, 단일 마스크가 인코딩에 사용되고, 두개의 마스크가 디코딩에 사용되며, 단극 코드의 세트는 세트내 코드(u_i)가 상기에서와 같은 직각의 정의에 따라 세트내 다른 코드(u_j)에 대해 직각이 아닌 것이 사용될 수 있다. 또한 코드(u_i)는 특정한 다른 코드(u_k) 및 그의 보수(u_i^*)사이의 차이에 직각인 것이 선택된다.

$$u_i \cdot (u_j^* - u_j) = M^2(i-j) \text{ 또는 } 0(i \neq j)$$

(상기 수학식 2에서, M 은 상수이다)

도 7 및 도 8의 구체예의 디코더가 수학식 2의 원리를 나타내는 것을 알 수 있다. 도 7의 구체예에서, 사용자(j)에서 수신된 광선은 코드(u_j)로 인코딩된 모든 전송 사용자(i)로부터의 신호를 포함한다. 마스크(56)를 갖는 제1 채널(170)은 u_1, u_2 로 나타내는 광선을 발생시키고, 보조 마스크(172)를 갖는 제2 채널은 u_1, u_2 로 나타내는 광선을 발생시키며, 차동 배열된 검출기(62 및 63)는 미세신호 $u_1 \cdot (u_1 - u_2)$ 를 발생시킨다. 도 8의 구체예에서, 검출기(73)의 배열은 u_1 로 나타내는 신호를 출력하고, DSP74는 검출기 배열(73)의 출력에 근거한 $u_1 \cdot (u_1 - u_2)$ 를 계산한다. 수학식 2에 있어서, 미세신호($u_1 \cdot (u_1 - u_2)$)는 코드(u_1)를 갖는 마스크를 사용하는 사용자로부터의 신호에 대해 0이 아니다. 결과적으로, 상기 디코더는 전송 사용자(i)로부터 신호를 복구할 수 있고, 모든 다른 사용자로부터 신호를 제거할 수 있다.

수학식 2를 만족시키는 한 세트의 단극 코드가 하기의 조건을 만족시키는 한세트의 평행된 이극 이진 직각 코드(v_i)에서 유도될 수 있다:

$$v_i \cdot v_j = M^2(i-j) \text{ 또는 } 0(i \neq j)$$

$$v_i \cdot 1 = 0$$

(상기 수학식 3 및 4에서, '1'은 모든 디지털이 1인 코드를 나타낸다)

상기 단극 코드(u_i)는 v_i 에서 -1이 0으로 치환됨에 의해서 이극 코드(v_i)에서 유도되며, 또는

$$u_i = \frac{1}{2}(v_i + 1)$$

상기 이극 코드(v_i)는 수학식 4에서 1 및 -1의 동일한 수를 갖는 '평형'이다. 이와같이 상기 특히 바람직한 단극 코드(u_i)는 1 및 0와 동일한 수이다. 결과적으로, 광전력의 반이 신호로서 전송되며, 소스원의 효율적인 이용을 촉진한다.

평행된 이극 직각 코드 세트의 예로는 하다마드 행렬에 근거한 코드 세트이다. 하다마드 행렬은 모든 열이 다른 것에 직각이고, 모든 행이 다른 것에 직각인 1 또는 -1인 방형 행렬성분이다. 예를들면 4×4 하다마드 행렬은 하기와 같다:

$$H_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

하다마드 행렬의 첫번째 행(또는 열)을 제외하는 행(또는 열) 벡터는 수학식 3 및 4를 만족시키는 평행의 이극 이진 직각 코드의 세트를 제공한다. 이와같이, 본 발명에 따른 바람직한 단극-이극 확산 스펙트럼 CDMA 시스템에서 사용되는 한세트의 단극 코드 u_1, u_2, \dots, u_n 이 $n+1$ 또는 그 이상의 하다마드 행렬을 먼저 구성함에 의해서 만들어질 수 있다. 제1행(또는 열)을 제외하고, 상기 하다마드 행렬의 모든 행(또는

열)이 모든 -1을 0으로 대체함에 의해서 단극 코드(u_i)를 만드는데 사용될 수 있다.

예를들면, 세계의 사용자 시스템에 있어서, 상기 4×4 하다마드 행렬이 하기의 코드를 이루는데 사용될 수 있다:

$$u_1 = [1 \ 0 \ 1 \ 0]$$

$$u_2 = [1 \ 1 \ 0 \ 0]$$

$$u_3 = [1 \ 0 \ 0 \ 1]$$

$$H_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

비록 임의 크기의 통상의 하다마드 행렬을 이루는데 규칙이 존재하지 않을지라도, 이는 특정 크기의 하다마드 행렬을 이루는데 공지된 방법이다. 예를들면 2의 전원인 크기(N)를 갖는 하다마드 행렬이 회귀 알고리즘을 사용하여 N로부터 이루어질 수 있다.

$$H_{2n} = \begin{bmatrix} H_n & H_n \\ H_n & -H_n \end{bmatrix}$$

4의 요인인 크기(N)를 갖는 행렬을 이루는 규칙이 또한 공지되어 있다.

비록 수학식 3 및 4에서 단극 코드를 생성하기 위하여 사용되는 양극 코드 세트가 직교되고 균형을 이루지만, 실질적으로 양극 코드 세트는 바람직하지는 않지만 '거의 직교'이거나 또는 '거의 균형'을 이루는 코드를 사용할 수 있다. 코드 세트는 $u_i \cdot u_j (i \neq j)$ 가 실질적으로 $u_i \cdot u_i$ 보다 작을때 거의 직교된다. 코드는 $u_i \cdot 1$ 이 실질적으로 N보다 적을때 거의 균형되어진다. 예를들면, 코드의 길이(N)가 크면, 그 결과로 거의 직교하거나 또는 거의 균형된 코드 세트에서 어떤 코드의 몇몇의 디지털이 변화된다. 코드가 완전하게 직교하거나 또는 완전하게 균형되지 않을 뿐만 아니라 거의 직교하거나 거의 균형되면, 또 다른 사용자로부터의 간섭이 증가되고 시스템 실행이 악화되며, 이러한 악화는 전체 시스템 실행이 할때까지 계속된다. 이것으로, 거의 직교하거나 또는 거의 균형된 코드는 본 발명의 목적을 위해 본 발명의 범위 내에서 직교거나 또는 균형된것으로 간주한다.

도 6 및 도 7에서 코딩 마스크(156, 184, 186)는 투명할 뿐만 아니라 반사된다. 그러나 본 발명자는 반사 마스크가 만들기가 어렵고 원하는 크기의 소광율을 가지지 않음을 주시하였다. 어떤 실시예에서는, 마스크는 도 9에 도시되는 바와같이 'a'에서 'L'까지 복수의 셀로 분할되는 액정 재료로 만들어지고, 여기서 L은 임의의 정수이고 코드의 최대 허용 길이이다. 이러한 LCD 마스크는 상업적으로 유용하고 또는 종래기술을 이용하여 쉽게 만들 수 있다. 셀은 회절격자(152)에 의해 발생하는 확산되는 공간 스펙트럼의 축(230)을 따라 배열된 1차원 어레이를 형성한다. 한 실시예에서는, 셀의 제어가 마날로그이며, 이것은 각 셀의 불투명성을 무한히 조절할 수 있을뿐만 아니라 적어도 3개 또는 그 이상의 제어가능한 단계에서 조절할 수 있음을 의미한다. 큰 수의 한정된 단계가 바람직하며, 불투명성의 레벨은 64 또는 그보다 더 큰 레벨을 사용하는 것이 바람직하다. 또 다른 실시예에서는, 제어가 2진이고, Walsh 코드(단극 하다마드)가 사용된다. 이러한 마스크는 LCD 화소 어레이 또는 고체상태 증폭기 어레이와 같은 포토닉스 집적 회로에 의해 실행되어질 수 있다. 현재, 파이버상에서 신호가 멀티플렉싱되고 마스크가 유리 볼렌스 상에서 형성되며 고정되는 시스템이 가장 바람직하다. 이러한 고정 마스크로는 단극 하다마드 코드를 구체적으로 실현하는 바이너리 마스크가 가장 바람직하다. 반사 마스크에서 우리는 BK7 또는 석영일 수 있고 반사 영역은 금일 수 있다. 현재 가장 바람직한 고정, 바이너리 및 전송 마스크에서는, 우리는 BK7 또는 석영이며 블로킹 영역은 크롬이다. 일반적으로 마스크는 쉽고 유용한 기술로 마스크상에 128개의 다른면서 동일한 크기이고 연속적인 위치를 가지는 마스크를 형성할 수 있도록 대략 1 내지 2인치를 가지며, 이것은 본 발명의 00-12적용에서 관찰되어진다. 양호한 입도와 256 또는 512 위치를 가지는 마스크는 이러한 유용한 기술을 이용하여 쉽게 형성되어진다.

마날로그 코딩의 바람직한 형성은 $f_i = (g_i + 1)/2$ 를 이용하는 밸런스된 양극 수직 파장 함수(g_i)로부터 유도된 세트의 단극 파장 함수 f_i 를 이용한다. 바이너리 코드의 환경에서 설명되어지는 수학식 2-4는 마날로그 코드를 적용한다. 다시말하면, 만일 양극 파장 함수가 수학식 3 및 4를 만족하면, 유도된 단극 파장 함수는 수학식 2를 만족한다. 한 실시예에서, 파장 함수는 도 5에 도시되는 바와같이 불연속의 고조파 공간 사인 파장이다. 세로축은 빔의 주파수가 확산되는 축이고 횡축은 셀을 관통하는 빔의 투명도에 관한 축이다. 특히, 도 10a에서 도시되는 제 1 인코더 마스크 투명도 함수는 $1/L$ 의 공간 주파수를 구비하고, 여기서 L은 셀의 수이다. 제 1 인코더의 마스크는 L의 주파수 스펙트럼이상의 한 사이클을 가지는 투명도에 의해 불연속적인(연속적의 반대) 코사인 파장이고, 이것으로 부호화된 스펙트럼의 최저 및 최고 주파수 영역은 최대 강도를 가지고 중간 범위의 스펙트럼 주파수는 가장 낮은 강도를 가진다. 제 2 인코더 마스크는 도 10b의 인코더(L)의 길이에서 두개의 완전 사이클을 가지며 제 1 인코더 주파수의 두배인 공간 주파수 강도 마스크를 구비한다. 또한 제 3 인코더는 도 10c에 도시되는 바와같이 제 1 인코더 주파수의 3배인 주파수를 구비한다. 또 다른 고조파가 바람직하게 사용될 수 있으며 시스템의 재료처리량을 최소화시킬 수 있고, 코드의 최대수는 백이상일 수 있으며 바람직하게는 다사용 시스템용으로 수백개 이상일 수 있다.

고조파 또는 Walsh 코드 비트의 최대수(코드의 최대수)는 마스크에서 셀의 수에 의해 제한되어진다. 마

날로그 마스크에서, 마스크에서 허용된 불투명도의 다른 레벨의 수는 인코더에서 양자화 노이즈에 기인한다. 대안적으로, 코사인 파장을 이용하는 것보다는 이들이 서로 수직일때 Chebyshev식을 사용할 수 있다.

인코딩 함수용의 코사인 파장을 이용하면 디코더 설계를 쉽게 할 수 있다. 특히, 수신된 신호의 공간 푸우리에 변환이 발생되면, 수신된 신호는 원하는 신호의 주파수에 대한 공간 필터를 통해 분리되어질 수 있고 그때 신호는 복원되어진다. 도 11은 분리된 인코딩된 신호가 1/L, 2/L, 4/L 및 8/L를 포함하는 곳에서 파이버로부터 수신된 신호의 푸우리에 변환을 도시한다. 이러한 신호중 하나는 수신된 신호에서 특정 공간 주파수를 필터링하는 것에 의해 쉽게 얻어질 수 있다.

개시된 인코더의 바람직한 제 3 실시예에서는, 펄스 코더가 데이터를 변조시키는 것보다는, 대안적인 방법으로 도 12a에 나타나는 바와같이 두개의 코드를 이용하여 신호를 변조시킨다. 인코더(238)의 이러한 실시예에서, 공간적으로 확산되는 광 소스(240)에 대한 광 경로는 제 1 마스크(242)와 제 2 마스크(244) 사이에서 전환되어지고, 이것은 데이터 소스(248)의 데이터와 반응하는 스위치(246)에 의해 제 1 마스크(242)에서 실행되어지며, 광을 인코딩하는 제 1 마스크는 디지털 '1' 신호를 제공하고 광을 인코딩하는 제 2 마스크는 동일한 코드 채널에 대하여 디지털 '0' 신호를 제공한다. 변조기는 바이너리 마스크 수신기와 유사한 방법으로 하나의 액정을 이용하여 두개의 다른 인코더 마스크사이에서 광 경로를 전환한다. 그때 두 마스크에서 광은 서마(250)에 의해 합해지고 그때 광 파이버(도시되지 않음)와 같은 광 통신 채널을 제공하게 된다.

수신되는 데이터는 도 12b에 도시되는 바와같이 반대되는 방법으로 처리된다. 디코더(260)는 통신 채널로부터 광을 수신하고, 마스크(242, 244)에 각각 동일한 마스크(264, 266)를 통하여 입력 광(262)을 수신하면서 공간적으로 확산되는 수신된 광의 스펙트럼을 발생시킨다. 그때 마스크(264, 266)에서 상기 바이너리 수신기 실시예에서 기술된 방법으로 광이 다른 수신기(268)로 제공되어진다. 그때 수신기(268)에서 신호는 데이터를 복원하기 위한 디지털 신호 프로세서(270)에 의해 처리되어진다.

도 13a는 두개의 다른 마스크가 1과 0을 전송하기 위하여 사용되는 곳에서 적절히 코딩을 하기 위한 마스크의 대안적인 한 실시예를 도시한다. 첫번째 버전에서, 액정 마스크(280)에 1셀에 형성된 마스크는 네 부분(282, 284, 286 및 288)으로 분할된다. 부분(282, 284)은 제 2 쿼텟에서 특정 코드 채널에 대한 '1'을 부호화하기 위하여 제 1 열상에 스펙트럼의 확산축을 따라 배열된 제 1 선형 어레이를 따라 각각 L/2 셀을 포함하고, 셀(286, 288)은 동일한 채널에 '0'을 인코딩하기 위하여 동일한 축을 따라 배열된 L/2 셀을 포함한다. 바람직하게는, 부분(282, 284)에 대한 불연속적인 투명도 함수는 도 13b에 도시되는 바와같이 서로 보수되고, 여기서 세로좌표는 공간 주파수를 나타내고 가로좌표는 강도를 나타낸다. 도 13c에 도시되는 바와같이, 또 다른 가능성(예를들면, 0)을 전송하기 위해, 부분(286, 288)에 대한 불연속적인 강도 함수의 보수는 반대가 된다. 즉 다시 말하면, 색선(282)에서 마스크의 부분은 '288'에서의 마스크 부분과 동일하고 '284'에서의 마스크 부분은 '286'에서의 마스크의 부분과 동일하다.

게다가 코딩이 보수되는 곳에서 마스크를 구비하고, 이것은 마스크의 제 1 부분(282)이 작고 파장 함수이고 제 2의 반이 '0'(284)과 제 2 레벨에 대해 모두 불투명한 곳에서 코딩을 제공할 수 있고, 제 1의 반(286)은 모두 불투명하고 제 2의 반은 '1'을 만들기 위하여 제 1의 반(282)과 같이 동일한 패턴을 가진다. 대안적으로, 제 1의 반(282, 286)은 사인 파장과 같은 제 1 다항식일 수 있고, 제 2의 반(284, 288)은 Chebyshev 함수와 같은 제 2 다항식일 수 있다.

비록 본 발명의 실시예에 따른 인코더 및 디코더의 특정 실시예가 기술되지만, 본 발명에서는 또 다른 실시예가 가능할 수 있다. 예를들면, 불연속적인 파장 함수가 인코딩하기 위하여 사용되지만, 이것은 코딩을 위해 연속적인 함수를 허용할 수 있는 마스크를 구비할 수 있다. 예를들면, 마스크는 사진술로 형성되어질 수 있다.

도 6의 인코더 및 도 7의 디코더에서 광 시스템(150, 170 및 172)은 일반적으로 광 챔버로서 언급되어진다. 불연속 광 또는 집적 광 장치의 세트일 수 있는 광 챔버는 코드에 따른 신호의 스펙트럼의 성분을 선택적으로 감쇄하는 것에 의해 입력 확산 광 신호를 부호화한다. 바이너리 또는 아날로그일 수 있는 코드는 입력 신호의 스펙트럼 성분의 감쇄정도를 결정한다. 실시예에서 설명되어지는 것처럼, 광 챔버는 회절 격자, 시준 렌즈 및 코드를 구비하는 광 마스크를 가지고 실행되며, 또한 또 다른 실행도 가능하다.

또한, 인코더 및 디코더의 개시된 실시예는 광 신호의 아날로그 변조를 적용할 수 있음을 이해할 수 있다.

유사하게, 상기에서 CDMA 기술만이 기술되어지지만, 종래통상의 지식을 가진자라면 시스템 파라미터에 의해 이러한 기술을 쉽게 이해할 수 있다. 시스템은 또한 파장(주파수) 분할 멀티플렉싱 및 시분할 멀티플렉싱으로 사용되어질 수 있다. 예를들면, 다른 코딩 설계로 파장 분할 멀티플렉싱이 사용되어지도록 광 스펙트럼의 다른 부분으로 이용되어질 수 있다. 게다가, 코드는 시분할 멀티플렉싱을 제공하기 위하여 시분할 베이스시스템에서 분할되어질 수 있다. 또한, 광 스펙트럼의 (주파수 도메인) CDMA는 네트워크상에서 코드 및 사용자의 수를 증가시키기 위하여 시-도메인 광 CDMA와 결합되어질 수 있다. 시 도메인 광역 스펙트럼 실시예에서, 몇몇의 사용자는 데이터가 광 인코더에 제공되기 전에 데이터를 부호화하기 위하여 다른 시-도메인 광역 스펙트럼 코드로 제공되어진다. 그러나, 이러한 사용자는 상기에서 논의한 동일한 파장 인코딩 설계로 분할될 수 있다. 물론, 디코더에서 일단 수신된 광 정보가 전기 디지털 도메인으로 전환되면, 디지털 신호는 전송된 정보를 복원하기 위하여 시 도메인, 광역 스펙트럼 코드에 따라 처리되어진다.

또한, 다양한 멀티플렉싱의 결합 양식의 설계가 가능하고, 다양한 네트워크 알고리즘이 실행되어질 수 있다. 예를들면, 본 발명은 도 5에 도시된 네트워크 환경같이, 다수의 사용자(s_1, s_2, \dots, s_n)가 광 파이버 매개체(130)에 연결되어지고 각각의 사용자(s_i)는 광 파이버상에서 어떤 사용자(s_i)와 통신할 수 있는 다양한 파이버 통신 시스템 구조를 적용할 수 있다. 각각의 사용자 또는 노드(s_i)는 또 다른 사용자로부터 데이터를 수신하기 위하여 코드(u_i)에 할당되고, 다른 사용자는 다른 코드로 할당된다. 사용자(s_i)가 데

이더를 사용자(s_i)에게 전송하면, 전송하는 사용자(s_i)는 수신하는 사용자(s_j)에게 할당된 코드를 이용하여 광 신호를 인코딩하고, 수신하는 사용자는 전송하는 사용자에게 할당된 코드를 이용하여 신호를 디코딩한다. 이것은 전송하는 사용자가 수신하는 사용자의 코드에 따라 데이터를 전송하도록 코드를 변경시키는 것이 필요하다. 어느 하나의 노드에 대한 코드는 네트워크를 통해 분배된 하나 또는 그 이상의 노드로부터 할당되어야 한다. 그러면, 네트워크에서 노드가 온 라인으로될때, 통신할 수 있는 하나의 광 스펙트럼 채널을 선택하기 위하여 인코딩하는 코드가 필요하게 된다. 노드가 네트워크를 벗어나면, 코드는 네트워크에서 다른 노드로 할당되어지는 특정 코드에 의해 사용되어진다. 이러한 CSMA/CD 기술이나 또는 영구적으로 할당된 채널을 만들기 위하여 다양한 설계가 사용되어질 수 있다. 대안적으로, 이러한 기술은 하나의 코드 분할 채널을 고정하기 위하여 이득 코드로 사용되어질 수 있다.

게다가, 개시된 실시예는 동시 사용자의 수를 증가시키도록 한다. 특히, 상기 기술된 종래기술의 설계는 동시 사용자의 최대수가 NOI 코드의 최대수일때 코드의 동일 수가 $2^{1/2}$ 이 되도록 허용한다. 그러나, 개시된 실시예에서는 코드의 최대수가 2이다. 이것으로, 전체 시스템 처리량은 증가되고, 이것에 의해 데이터 비트의 적어도 1/2의 시스템 출력을 허용한다. 전체 시스템 처리량은 동시 사용자의 최대 수 및 사용자 데이터율에 의해 결정되어진다.

본 발명에 따른 전체 광 파이버 통신 시스템의 특정 바람직한 실행을 지금부터 기술하고 설명한다. 이 전체 시스템은 용량, 예를들면 밴드폭을 증가시키기 위하여 사용되어지고, 광 통신 시스템은 파이버 광 커넥션의 복수의 사용자와 연결된다. 도 14는 광 통신 시스템의 채널을구동시키기 위해 채널의 소스와 각각의 충분한 강도를 제공하기 위해서 하나의 에르븀-도핑된 파이버 소스와 에르븀-도핑된 파이버 증폭기를 이용하여 저비용으로 복수의 확산-스펙트럼 소스를 발생시키는 장치를 설명한다. 도시되는 바와같이, 하나의 에르븀-도핑된 파이버 소스(300)는 수용가능한 확산 스펙트럼을 가지는 광을 출력하고, 일반적으로 소스의 강도가 약 5dB보다 적게 변화되는 약 28나노미터의 밴드폭을 제공한다. 28나노미터 밴드폭은 약 3.5THz의 시스템 밴드폭과 대응한다. 발광 파이버 소스로 알려진 에르븀-도핑된 파이버 소스의 출력은 입력 소스 신호를 분할하고 네 파이버 증폭기(304)의 어레이상에서 출력을 제공하는 스타 커플러(302)와 같은 스플리터에서 파이버상에 제공되어진다.

파이버 소스(300)의 출력이 네개의 다른 소스로 분할되는 것처럼, 강도는 하강한다. 네개로 분할된 소스의 각각은 오리지널 소스(300) 강도와 동일한 강도를 제공하는 네개의 광역-스펙트럼 광 빔을 제공하기 위하여 네개의 파이버 증폭기에 의해 증폭되어진다. 설명되어진 128 채널 시스템에서는, 이러한 처리가 몇몇의 계층 단계를 통해 반복되어진다. 이것으로, 네개의 파이버 증폭기(304)의 출력은 스타 커플러를 수 있는 네개의 스플리터(306)의 대응 세트에서 파이버상에 제공되어진다. 스플리터(306)는 출력을 파이버 증폭기에서 강도가 감소된 복수의 출력으로 분할한다. 그때 스플리터(306)에서 분할된 출력은 적절한 강도를 가지는 소스 광 빔(310)의 다음 세트를 제공하기 위하여 확산-스펙트럼 광의 복수 채널의 강도를 증폭시키는 파이버 증폭기(308)의 또 다른 어레이상에서 제공되어진다. 이러한 처리는 적절한 강도를 가지는 광역-스펙트럼 소스의 수가 128-채널 파이버 통신 시스템용의 128개의 독립적인 소스가 발생될때까지 반복되어진다. 이러한 계층 배열은 하나의 시초 소스와 원하는 세트의 광역 스펙트럼 광 소스를 얻을 수 있는 다수의 파이버 증폭기를 이용하는 것이 바람직하고, 이것은 파이버 소스와 비교했을때 낮은 가격의 파이버 증폭기를 얻을 수 있다.

소스 광의 충분한 채널이 발생된 후에 소스 광의 채널은 도 6에 도시된 것처럼 공간 광 변조기 또는 인코더의 어레이로 제공된다. 127개의 상이한 인코더는 128개의 빈 마스크(bin mask)를 사용해서 입력 광 신호를 공간적으로 인코딩하는데, 여기서 127개의 마스크의 각각은 상술한 방식으로 발생하는 상이한 단극 하다마드(Hadamard) 코드 벡터를 제공한다. 보다 바람직하게는, 마스크의 각각은 전송 모드에서 사용하기 위한 고정 마스크이며, 여기서 마스크는 총 128개의 동일 크기의 빈을 가지며, 상기 빈은 선형 마스크의 사용 가능한 폭에 걸쳐진다. 따라서, 128개의 빈은 대역폭이 대략 총 3.5THz(28나노미터)에 이르며, 각각의 인접한 빈은 약 25nm의 대역 폭을 제공하는 후속 주파수 간격을 한정한다. 고정 마스크의 동일 크기의 빈의 각각은 하나 또는 그 이외의 2개의 2진 값을 갖는 코드 벡터에 따라 할당된다. 2개의 2진 값들 중 하나는 마스크의 유리 기판 상의 차단 색소 줄무늬(blocking chrome stripe)에 의해 식별되고, 다른 2진 값은 유리 기판 상의 차단되지 않은 투명 줄무늬에 의해 식별된다. 다음에, 통신 시스템의 128개 채널의 각각은 독특한 공간 인코딩 함수에 의해 정의되고, 채널의 각각은 또한 예를 들어 도 6에 도시된 것과 같은 변조기(144)를 사용해서 타임 도메인 신호로 변조된다. 각종 채널이 공간적으로(동가적으로, 주파수) 그리고 시간적으로 변조된 후에 128개의 채널은 결합되어 파이버 내로 주사된다.

이러한 파이버 통신 시스템용의 장거리 전송은 다른 종래의 파이버 통신 시스템이 조작되는 방식과 유사한 방식으로 조작된다. 종래처럼 단일 모드 파이버를 사용하는 것이 전형적이다. 또한, 파이버 상의 신호는 종래의 파이버 도핑 처리된 증폭기를 사용해서 규칙적인 간격, 예를 들어 40 내지 80 킬로미터마다 증폭되는 것이 바람직하다.

전송 파이버의 다른 단부에서는 결합된 광 신호가 분리 증폭되어 128개의 수신기 어레이에 제공되는데, 상기 수신기의 각각은 파이버 내로 커플링된 128개의 전송기에 의해 한정된 고정 마스크 채널 중 하나와 대응한다. 예시된 실시예의 주요 목적은 파이버에 대한 용도 또는 로딩을 확장해서, 수신기가 고정 마스크를 포함함으로써 각각의 수신기를 128개의 채널중 단일 채널용으로 전용하도록 하는데 있다. 도 7에 도시된 구조를 가질 수 있는 수신기들은 각각 수신기 내에 전송기 마스크와 동일한 하나의 마스크와, 전송기 마스크와 비트 방향 보수 관계인 제 2 마스크를 포함함으로써 특정 전송기에 의해 한정되는 특정 채널에 전용될 수 있다. 상술한 바와 같이, 프로그램 가능한 LCD 소자를 사용하는 것 등의 가변 마스크를 수신기 또는 송신기에 제공하는 것이 가능하며, 다른 실시예에서는 그러한 것이 바람직하다. 그러나, 예시된 실시예에 있어서 통신 시스템의 전송 단부와 수신 단부 양자 모두에 고정 마스크를 사용하면 시스템 비용이 감소되어 대량의 파이버 링크를 위한 대역폭이 현저하게 향상된다.

상술한 바와 같이, 파이버 통신 링크로부터의 광 신호의 회수는 광 시스템으로부터 수신된 광 빔을 사실상 유사한 파워 수준을 갖는 2개의 성분으로 분리하는 수신기를 사용해서 달성된다. 본 발명의 특히 양호한 형태가 도 15에 도시되어 있으며, 상기 도 15는 바람직하게는 수신기로의 입력 시에 사용되는 빔 분

리기를 도시하고 있다. 본 발명에 따른 빔 분리기는 수신 광 빔을 충분히 동일한 파워 수준의 2개의 빔으로 분리할 수 있어서 광 CDMA 수신기의 양호한 자동 검출 기구가 소망하는 사용자 채널을 효과적으로 검출할 수 있게 해준다.

편광 무감응 빔 분리기의 일 실시예는 수신된 광 빔을 각각이 상이한 2개의 직교 편광중 하나를 갖는 제 1 및 제 2 광 채널로 분리하는 제 1 편광 감응 소자로 구성될 수 있다. 예를 들면, 하나의 광 채널은 수신된 광 빔의 수평 편광 성분을 포함할 수 있고, 다른 채널은 수신 광 빔의 수평 편광 성분을 포함할 수 있다. 다음에, 채널들중 한 채널의 편광은 다른 광 빔의 편광으로 변환된다. 선형으로 편광된 광에 있어서는, 이것은 광의 편광을 회전시키는 것으로 구성될 수 있다. 다음에, 상기 2개의 광 채널은 재결합되어 빔 스플리터에 제공된다. 이 빔 스플리터는 전형적으로는 결합된 빔을 사실상 동일한 파워의 2개의 빔으로 정확하게 분할하는 편광 감응 소자인데, 이는 결합된 빔의 편광은 잘 정의되어 있고 예측 가능한 것이기 때문이다.

도 15를 참조해서 단일 모드 파이버(350)로부터 광을 수신하는 구체적인 실시예가 설명되고 있다. 파이버(350)는 일반적으로 편광 보존성이 없으며, 파이버(350) 내의 광은 임의의 방향으로 아마도 선형으로 편광되기 때문에 빔 스플리터(352) 또는 편광 분석기로서의 종래의 선형 편광기를 사용하는 것이 편리하다. 편광 감응 소자(352)는 바람직하게는 입력 신호 빔을 2개의 직교 편광 성분으로 분리하며 상기 2개의 성분을 2개의 상이한 광 경로(354, 356)에 제공한다. 일반적으로, 상이한 파워 수준이 각각의 경로를 따라서 제공될 것이다. 예시된 광 경로는 자유 공간을 통해 전파될 수 있거나 또는 편광 보존 파이버를 통해 진행할 수도 있다. 어느 경우는 각 마암 내의 광의 편광은 편광이 변경될 때까지 균일한 편광으로 될 것이다.

광의 한 성분은 광 경로(354)를 따라서 제공되고, 광 경로(354) 전반에 걸쳐 수직 선형 편광(358)을 유지한다. 다른 광 경로(356)를 따라서는 편광은 초기에는 수평(360)을 이루고, 다음에 편광은 회전 소자(362)에 의해 90. 만큼 회전되어 제 2 광 경로의 광의 편광이 도 15의 참조 부호 '364'로 표시된 바와 같이 선형 수직이 되도록 되어 있다. 제 2 광 경로(356)가 자유 공간을 통해서 전파될 때 회전 소자는 1/2 파장판 또는 적절한 패러데이(Faraday) 회전기일 수 있다. 제 2 광 경로(356)가 편광 보존 파이버를 통해 전파될 때 회전 소자(362)는 90. 만큼 파이버의 기계적 회전을 수행하는 것이 가장 바람직하다. 가장 일반적으로 파이버의 회전은 파이버의 길이 전반에 걸쳐 연속적으로 진행되게 된다. 물론, 제 2 광 경로의 파이버의 단부에 회전 소자를 삽입하는 것 등의 다른 수단을 통해 회전을 수행시키는 것도 가능하다.

일단 2개의 광 경로 상의 2개의 빔은 이들의 편광이 적절하게 배향되고 나면, 2개의 빔은 재결합된 다음에 한 쌍의 사실상 동일한 파워의 빔으로 분할되어 2개의 부가적인 빔 경로를 따라 전파된다. 경로(354, 356)로부터의 빔이 결합된 후에 빔을 2개의 사실상 동일한 파워의 빔으로 분리하기 위해 전형적인 편광 감응 스플리터(366)를 사용하는 것이 가능하다. 2개의 소망하는 출력 빔은 바람직하게는 예시된 실시예의 선형 편광을 갖는 단일 모드 광 파이버를 통해서 광 경로(368, 370)를 따라 제공된다. 도 7과 도 15를 비교하면, 도 15의 입력 파이버(350)는 도 7의 입력 파이버(162)와 대응하며, 광 파이버 경로(368, 370)(도 15)를 따르는 출력 빔은 도 7의 실시예의 소자(174)로부터 전파되는 2개의 광 경로에 대응한다. 다음에, 분할 수신된 빔은 도 7에 도시된 마스크를 통해 2개의 채널을 분석하는 도 7의 필터링 소자(170, 172)에 제공된다.

예시된 광 CDMA 시스템에 있어서, 이용자의 상이한 채널들간에 또는 상이한 다중 신호를 갖는 상이한 채널들간의 간섭을 감소시켜서 단일 파이버 위에 보다 많은 수의 채널을 제공할 수 있도록 하는 것이 아주 바람직하다. 상기 작업을 수행하기 위한 각종 메커니즘이 알려져 있으며, 상기 메커니즘은 본 출원 및 본 출원에 참조로 수록된 다른 출원에서 설명되고 있다. 본 시스템이 간섭을 감소시키는 기본적인 방식은 하나의 2진 상태를 표시하기 위해서 광을 광 통신 시스템 내로만 주입하는 것이다. 소스는 이 소스가 1개의 논리 2진 상태, 예를 들면 논리값 1을 표시하기 위한 출력 강도를 발생시키도록 변조된다. 논리값 0을 표시하기 위해서는 광이 제공되지 않는다. 이것은 시스템 내의 전체적인 간섭을 감소시키는 효과와 갖는다. 물론, 상보적 필터링 기능을 갖는 상이한 채널을 포함하는 수신 시스템을 포함하는 특히 양호한 코딩 기구는 매우 현저하고 기본적인 간섭 감소용 장치를 제공한다.

도 16에 개략적으로 도시된 양호한 전기 시스템은 또한 간섭 감소용 메커니즘을 제공한다. 도 16에 도시된 부 시스템(subsystem)은 도 7에서 참조 부호 '196'과 '198'로 표시된 백-투-백(back-to-back) 다이오드 장치에 대한 더욱 상세 사항을 제공한다. 2개의 상보적으로 필터링된 광 신호는 자승 광 검출뿐만 아니라 자동 증폭 기능을 수행하는 백-투-백 다이오드(196, 198)에 제공된다. 광 검출기, 자동 검출 및 전기 증폭의 기타 조합들은 공지되어 있으며 상기 기능 대신에 사용될 수 있다. 본 발명의 특히 양호한 실시예에 있어서, 다이오드 쌍(196, 198)으로부터의 전기 출력 신호(200)는 필터(380)에 의해 로우 패스 필터링된다. 로우 패스 필터링은 고주파수 노이즈 신호를 제거를 위해 수행된다. 광 통신 시스템으로부터 대략 622MHz의 데이터 속도로 복수 채널 비디오 데이터중 한 데이터를 수신할 수 있는 예시된 시스템에 있어서, 필터링은 630 내지 650MHz의 주파수를 통과시킬 수 있다. 다음에, 필터링된 전기 신호는 다이오드와 같은 전기 자승 회로 소자(382)에 제공된다. 상기 자승 소자 또는 리미터는 바람직하게는 수신된 전기 신호의 양의 상승 부분을 제거하고, 또한 수신된 전기 신호의 음의 하강 부분을 증폭시키기 위해서 사용될 수 있다. 전기 신호의 음의 하강 부분은 노이즈로서 즉시 식별 가능하므로 전체 시스템의 신호 대 노이즈 비율을 향상시키기 위해서 제거될 수 있다. 다음에, 리미터(382)로부터 출력된 전기 신호는 전송 신호로서 인식되는, 임계값 이상의 신호를 검출하기 위해 분석된다.

본 발명은 본 발명의 특정한 양호한 실시예들을 특히 강조하면서 설명되었지만 본 발명은 여기에 기재된 특정 실시예로 제한되지 않는다. 당업자는 본 발명의 가르침 내에 있으면서 본 발명의 특정 실시예에 대한 소정의 변경 또는 변형이 이루어질 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들면, 상기 실시예들은 파이버를 매체로 한 통신 시스템 면에서 설명되고 있지만, 본 발명의 형태는 공기를 통한 광 시스템에서도 즉각적으로 이용될 수 있다. 그와 같이, 본 발명의 범주는 이하의 청구범위에 의해 결정되어야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1. 데이터를 제공하는 데이터 소스; 및

제 1 광빔을 제공하는 광원을 포함하고, 상기 데이터 소스와 접속되어 제 1 광빔이 상기 데이터에 따라 변조되도록 하는 인코더를 포함하고,

상기 인코더는

제 1 코드를 포함하는 제 1 스펙트럼 여과 어셈블리; 및

변조 및 인코딩된 광빔을 광파이버와 접속하는 광커플러를 포함하며,

상기 코드는 각각이 적어도 2개 값 중의 하나를 갖는 N 디지털의 시퀀스이고, 상기 광학 챔버(optical chamber)는 광빔을 상기 코드의 한 디지털에 각각 대응하는 N 스펙트럼성분으로 분리하고, 대응하는 코드 디지털의 값에 따라 각각의 스펙트럼성분을 감쇠하며, 인코딩된 출력 광빔을 생성하기 위해 상기 스펙트럼성분을 재결합함으로써 상기 코드를 이용하여 입력 광빔을 스펙트럼으로 인코딩하며,

상기 제 1 코드는 단극 코드(unipolar code)의 세트로부터 선택되고, 이 때 상기 세트내 각각의 코드는 상기 세트내 임의의 다른 코드와 상기 다른 코드의 보수(complement)간의 차이에 대해 직교(orthogonal)하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 2. 제 1 항에 있어서,

광파이버로부터 수신된 광신호를 디코딩하고, 전송하는 사용자에게 의해 전송된 데이터를 복구하기 위해 디코더를 수신하는 사용자측에서 더 포함하고,

상기 디코더는 광파이버에 의해 전달된 광신호의 일부를 거의 동일한 전력 성분으로 분할하는 위상 무반응 광전력 분리기(phase insensitive optical power separator)를 포함하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 3. 제 2 항에 있어서,

수신된 빛의 제 1 및 제 2 성분을 수신하도록 접속된 제 2 및 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리; 및

수신된 빛의 제 1 및 제 2 여과성분을 수신하도록 제공된 광검출기를 포함하고,

상기 제 2 스펙트럼 여과 어셈블리는 제 1 코드 및 제 1 코드의 보수를 포함하는 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리를 포함하며, 상기 제 2 및 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리는 수신된 빛의 제 1 및 제 2 여과성분을 출력하고,

상기 광검출기는 전기신호출력을 제공하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 4. 제 3 항에 있어서,

상기 전기신호는 상기 수신된 빛의 제 1과 제 2 여과성분 사이의 차분량(differential measurement)을 나타내는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 5. 제 4 항에 있어서,

상기 전기신호출력은 상기 복구된 데이터의 반대 부호를 갖는 전기 잡음신호를 제거하는 제한회로(limiting circuit)에 제공되는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 6. 제 4 항에 있어서,

상기 전기신호출력은 전기 자승검파기(square law detector)를 포함하는 제한회로에 제공되는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 7. 제 6 항에 있어서,

상기 제한회로는 전기신호와 직렬로 다이오드를 포함하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 8. 제 1 항에 있어서,

광파이버로부터 빛을 수신하고 전송하는 사용자에게 의해 전송된 데이터를 복구하는 디코더를 더 포함하고,

상기 디코더는

광파이버에 의해 전달된 광신호의 일부를 거의 동일한 전력의 제 1 및 제 2 성분으로 분할하는 위상 무반응 광전력 분리기;

수신된 빛의 제 1 및 제 2 성분을 수신하도록 접속된 제 2 및 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리; 및

수신된 빛의 제 1 및 제 2 여과성분을 수신하도록 제공된 광검출기를 포함하며,

상기 제 2 스펙트럼 여과 어셈블리는 제 1 코드 및 제 1 코드의 보수를 포함하는 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리를 포함하고, 상기 제 2 및 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리는 수신된 빛의 제 1 및 제 2 여과성분을 출력하며,

상기 광검출기는 전기신호출력을 제공하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 9. 제 1 항에 있어서,

광파이버로부터 빛을 수신하고 전송하는 사용자에게 의해 전송된 데이터를 복구하는 디코더를 더 포함하고,

상기 디코더는

수신된 빛의 제 1 및 제 2 성분을 수신하도록 접속된 제 2 및 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리;

수신된 빛의 제 1 및 제 2 여과성분을 수신하도록 제공된 광검출기; 및

전기신호출력을 수신하도록 접속된 제한회로를 포함하고,

상기 제 2 스펙트럼 여과 어셈블리는 제 1 코드 및 상기 제 1 코드의 보수를 포함하는 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리를 포함하며, 상기 제 2 및 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리는 수신된 빛의 제 1 및 제 2 여과성분을 출력하고,

상기 광검출기는 전기신호출력을 제공하며,

상기 제한회로는 복구된 데이터의 반대 부호를 갖는 전기 잡음신호를 전기신호출력에서 제거하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 10. 제 9 항에 있어서,

상기 제한 회로는 전기신호가 흐르는 다이오드를 포함하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 11. 제 1 항에 있어서,

광파이버에 의해 전달된 광신호를 디코딩하고 전송하는 사용자에게 의해 전송된 데이터 신호를 복구하기 위해 디코딩장치를 수신하는 사용자측에서 더 포함하고,

상기 디코딩장치는

광파이버에 의해 전달된 광신호의 일부를 전환하는 광전력 스플리터;

한 평면에서 한 축을 따라 전환된 빛의 빔의 스펙트럼을 제 1 광학 챔버에 의해 분리된 N 스펙트럼 성분으로 대응하는 N 스펙트럼 성분으로 공간적으로 확산하는 공간적 주파수 회절기(spatial frequency diffractor);

제 1 코드의 디지털에 각각이 대응하고 상기 축을 따라 상기 평면에 배치된 N 광검출기의 어레이; 및

광검출기의 어레이로부터의 출력전기신호를 처리하는 회로를 포함하며,

각각의 검출기는 확산빔의 스펙트럼성분을 검출하고 검출된 스펙트럼성분의 강도를 나타내는 전기신호를 출력하며,

상기 회로는 제 1 코드내 해당 디지털의 값에 따른 수를 각각의 검출기로부터의 출력신호에 곱하고, 출력신호를 생성하기 위해 곱해진 전기신호를 합산하여, 상기 출력신호가 복구될 데이터 신호를 나타내는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 12. 제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코드의 각각의 디지털의 값은 0 또는 1이 되고, 상기 제 1 스펙트럼 여과 어셈블리는 대응하는 코드 디지털의 값이 0인 경우 스펙트럼성분을 블로킹하며, 대응하는 코드 디지털의 값이 1인 경우 스펙트럼성분의 적어도 일부를 통과시키는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 13. 제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코드의 각각의 디지털의 값은 0과 1 사이가 되고, 상기 제 1 스펙트럼 여과 어셈블리는 각각의 스펙트럼성분을 감쇠하여 감쇠된 강도가 대응하는 코드 디지털의 값에 비례하도록 하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 14. 제 1 항에 있어서,

상기 데이터 신호는 디지털 신호인 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 15. 제 1 항에 있어서,

상기 데이터 신호는 아날로그 신호인 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 16. 제 1 항에 있어서,

상기 광통신시스템은 파이버상에서 광신호를 동시에 전송하는 복수의 사용자를 갖고, 동시에 전송하는 서로 다른 사용자를 위한 인코더는 서로 다른 제 1 코드를 갖는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

청구항 17. 제 2 항에 있어서,

상기 위상 무반응 광전력 분리기

광신호를 수신하고 상기 광신호를 제 1 및 제 2 광성분으로 분리하도록 배치된 제 1 편광반응소자(polarization sensitive element);

상기 제 1 광성분이 따라서 이동하는 제 1 빔경로 및 상기 제 2 광성분이 따라서 이동하는 제 2 빔경로;

상기 제 2 빔경로를 따라서 배치된 편광수정기(polarization modifier); 및

상기 제 1 및 제 2 광성분을 수신하고 상기 제 1 및 제 2 광성분을 제 3 및 제 4 광성분으로 분할하는 빔스플리터를 포함하며,

상기 제 1 편광반응소자로부터의 출력으로서 상기 제 1 광성분은 제 1 편광을 갖고, 상기 제 2 광성분은 제 2 편광을 가지며, 상기 편광수정기는 상기 제 2 광성분의 편광이 주로 제 1 편광이 되도록 변경하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.

- 청구항 18.** 제 17 항에 있어서,
상기 제 1 및 제 2 빔경로는 편광 유지되는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 19.** 제 18 항에 있어서,
상기 제 1 및 제 2 빔경로는 광파이버를 통해 전파하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 20.** 제 19 항에 있어서,
상기 편광수정기는 제 2 광경로의 파이버의 교체(rotation)가 되는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 21.** 제 17 항에 있어서,
상기 빔스플리터는 편광반응소자인 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 22.** 제 17 항에 있어서,
상기 제 3 및 제 4 광성분은 동일한 전력레벨을 갖는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 23.** 제 17 항에 있어서,
상기 디코더는
제 3 및 제 4 광성분을 수신하도록 접속된 제 2 및 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리; 및
상기 제 1 및 제 2 여과 광성분을 수신하도록 제공된 광검출기를 포함하며,
상기 제 2 스펙트럼 여과 어셈블리는 제 1 코드 및 상기 제 1 코드의 보수를 포함하는 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리를 포함하고, 상기 제 2 및 제 3 스펙트럼 여과 어셈블리는 제 1 및 제 2 여과 광성분을 출력하며,
상기 광검출기는 전기신호출력을 제공하는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 24.** 제 23 항에 있어서,
상기 전기신호출력은 제 1과 제 2 여과 광성분 사이의 차분량을 나타내는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 25.** 제 24 항에 있어서,
상기 전기신호출력은 상기 복원된 데이터의 반대 부호를 갖는 전기 잡음신호를 제거하는 제한회로에 제공되는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 26.** 제 24 항에 있어서,
상기 전기신호출력은 전기 자동검파기를 포함하는 제한회로에 제공되는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 27.** 제 3 항에 있어서,
각각의 스펙트럼 여과 어셈블리는
한 평면에서 한 축을 따라 입력 광빔의 스펙트럼을 공간적으로 확산하는 공간적 주파수 회절기;
확산 광빔을 광학적으로 처리하기 위해 상기 축을 따라 상기 평면에 배치된 N셀의 어레이로 분할된 마스크; 및
출력 광빔을 생성하기 위해 마스크에 의해 처리된 광빔의 공간적 확산 스펙트럼을 재결합하는 공간적 확산스펙트럼 재결합기를 포함하고,
상기 N셀의 어레이는 광학 챔버의 코드의 N 디지털의 시퀀스에 대응하며, 각각의 셀은 대응하는 코드 디지털의 값에 따른 광학 상태에 있는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 28.** 제 27 항에 있어서,
상기 마스크의 각각의 셀은 투명하거나 불투명한 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 29.** 제 27 항에 있어서,
상기 마스크의 각각의 셀은 2레벨의 불투명도 중의 하나를 갖는 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 30.** 제 27 항에 있어서,
상기 마스크는 액정소자인 것을 특징으로 하는 광통신시스템.
- 청구항 31.** 복수의 사용자 사이에서 광학적으로 통신하는 방법에 있어서,
각각의 사용자 통신을 위해 상기 방법은:
데이터 신호를 제공하는 단계;
광빔을 제공하는 단계;
상기 데이터 신호에 따라 광빔의 강도를 변조하는 단계;
제 1 코드를 이용하여 광빔을 스펙트럼으로 인코딩하는 단계; 및

변조 및 인코딩된 광빔을 광파이버와 접속하는 단계를 포함하고,

상기 제 1 코드는 각각이 적어도 2개 값 중의 하나를 갖는 N-디지트의 시퀀스가 되며, 상기 제 1 코드는 단일 코드의 세트에서 선택되고, 이때 상기 세트내 각각의 코드는 상기 세트내 임의의 다른 코드와 상기 다른 코드의 보수간의 차이에 직교하는 것을 특징으로 하는 복수의 사용자 사이에서 광학적으로 통신하는 방법.

청구항 32. 제 31 항에 있어서,

각각의 사용자 통신을 위해;

광파이버로부터의 광빔의 일부를 전환하는 단계;

전환된 광빔을 제 1 및 제 2 광빔으로 분할하는 단계;

제 1 코드를 이용하여 제 1 광빔을 스펙트럼으로 디코딩하는 단계;

상기 제 1 코드의 보수인 코드를 이용하여 제 2 광빔을 스펙트럼으로 디코딩하는 단계; 및

출력신호를 생성하기 위해 스펙트럼으로 디코딩된 제 1 및 제 2 광빔을 차동 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 사용자 사이에서 광학적으로 통신하는 방법.

청구항 33. 제 31 항에 있어서,

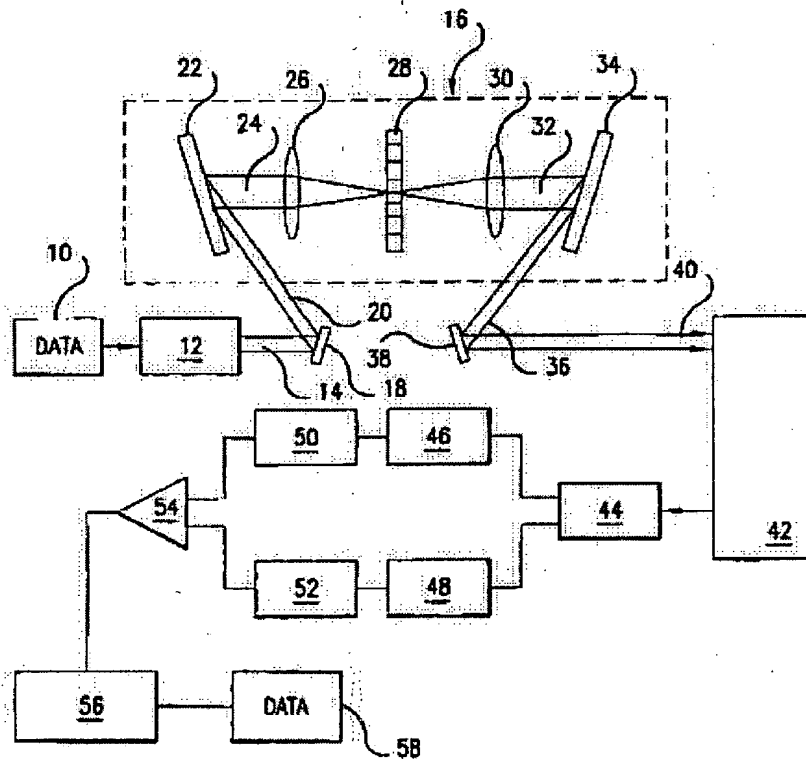
상기 스펙트럼 인코딩단계는 고정마스크를 이용하여 광빔을 복수의 스펙트럼성분으로 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 사용자 사이에서 광학적으로 통신하는 방법.

청구항 34. 제 33 항에 있어서,

상기 스펙트럼 인코딩단계는 제 1 및 제 2 고정마스크를 이용하여 제 1 및 제 2 광빔을 복수의 스펙트럼성분으로 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 사용자 사이에서 광학적으로 통신하는 방법.

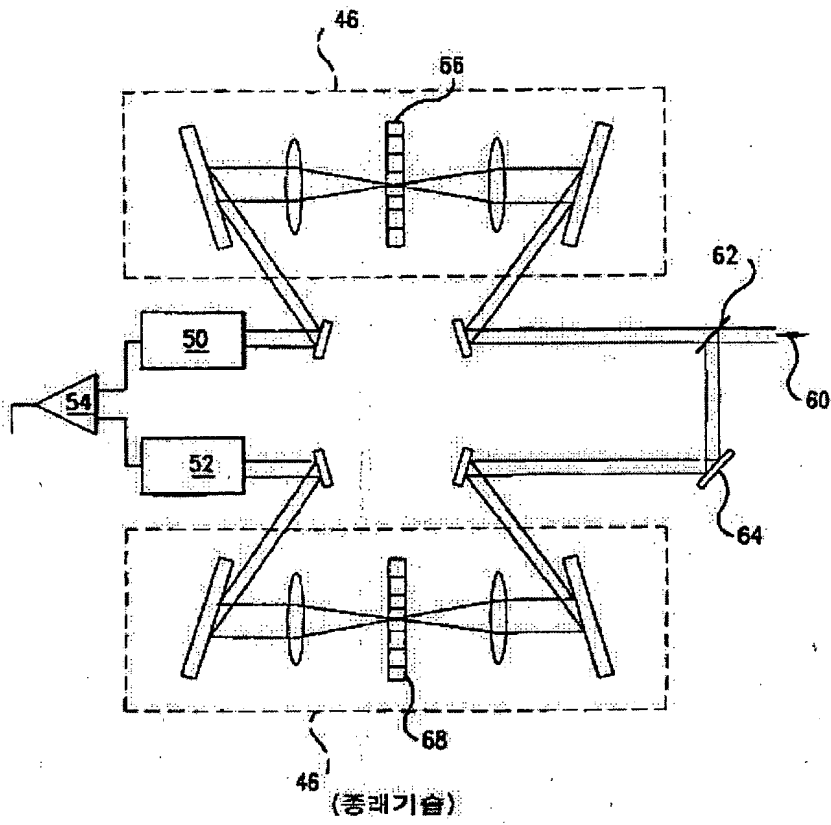
도면

도면1



(종래기술)

도 2



도 4

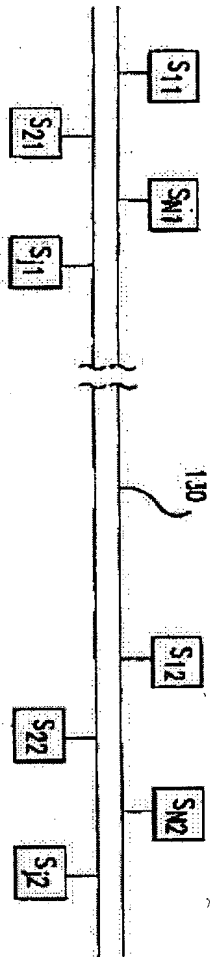
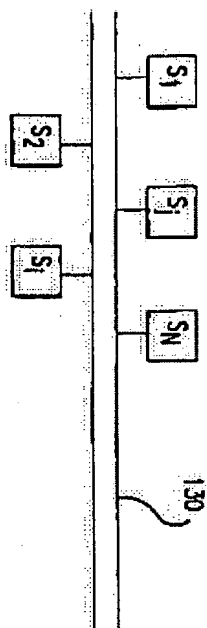
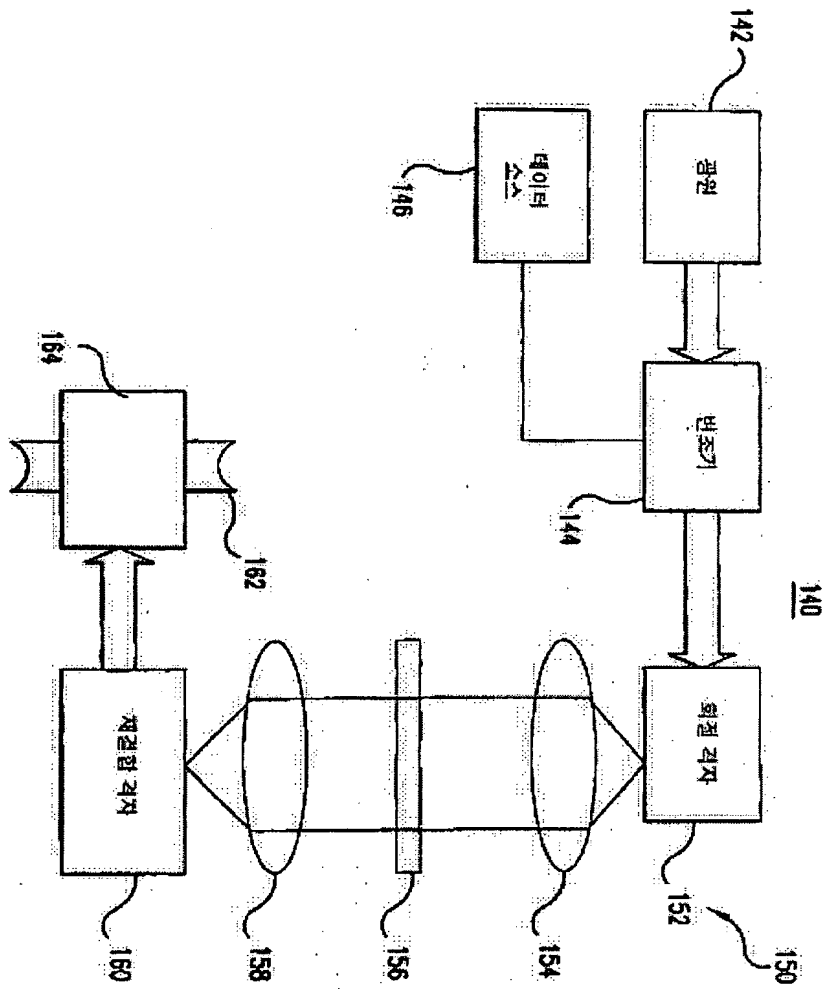
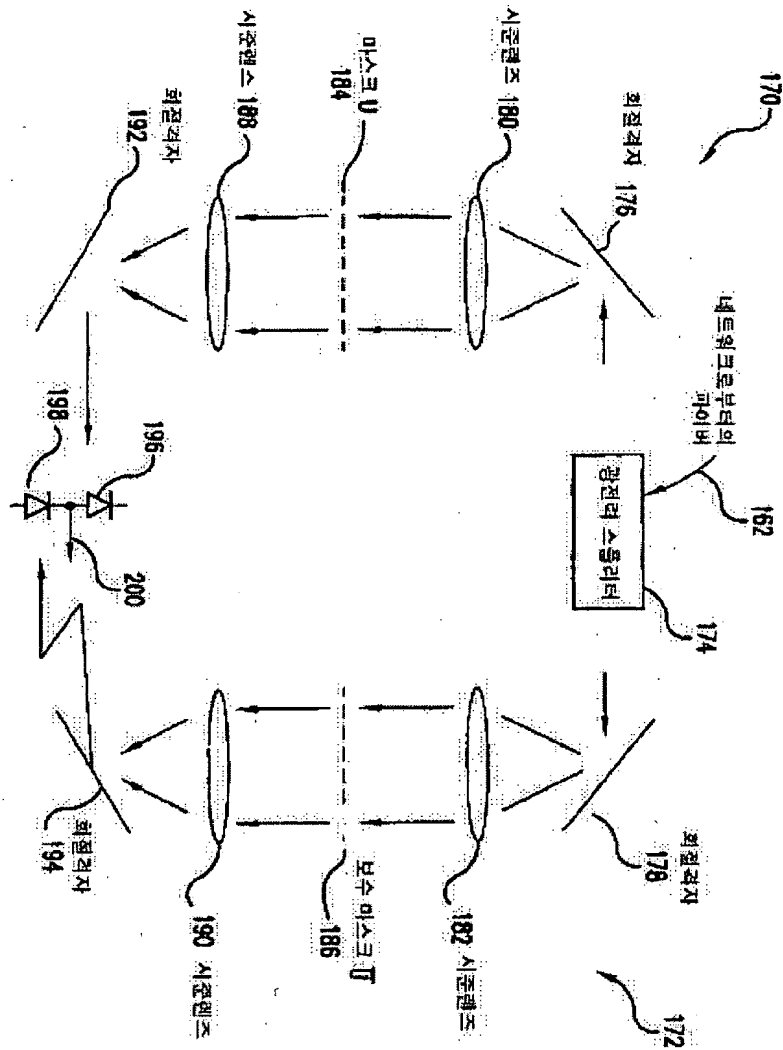


FIG 5



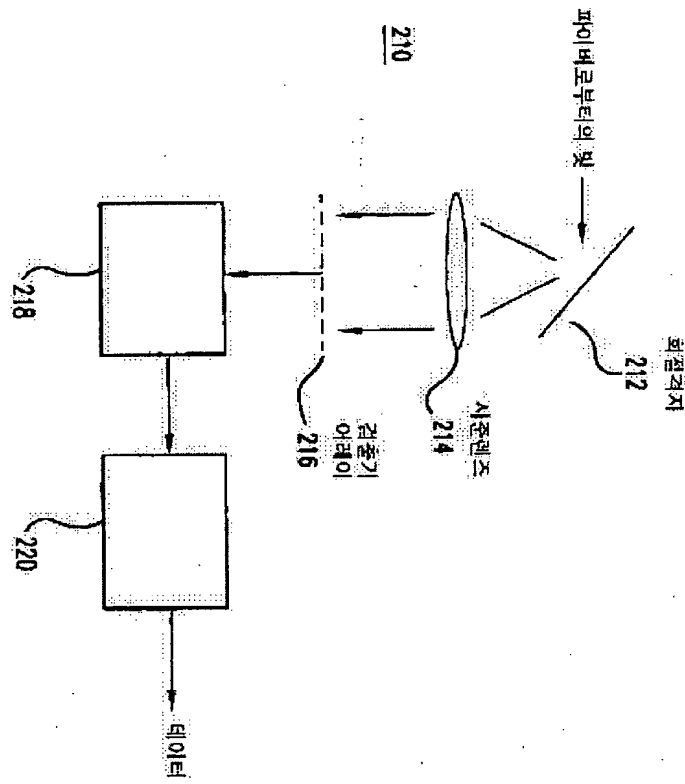


도 30

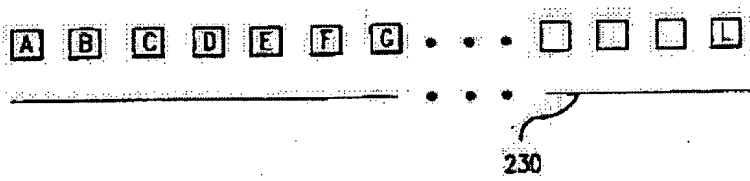


183

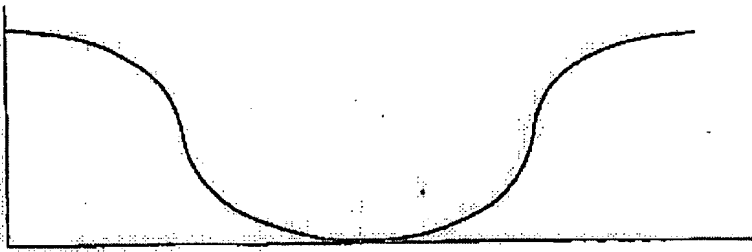
도 8



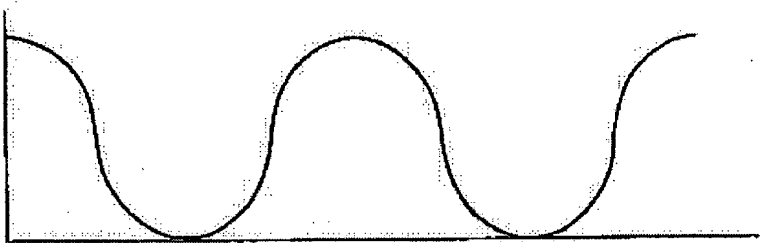
도 9



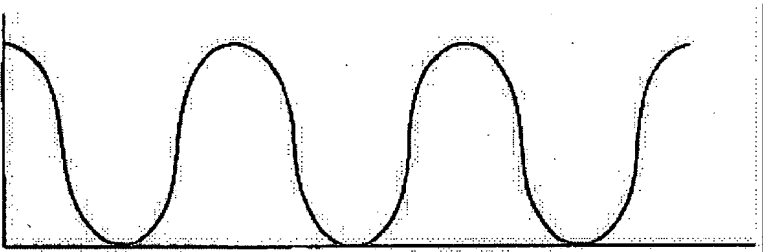
도 B10A



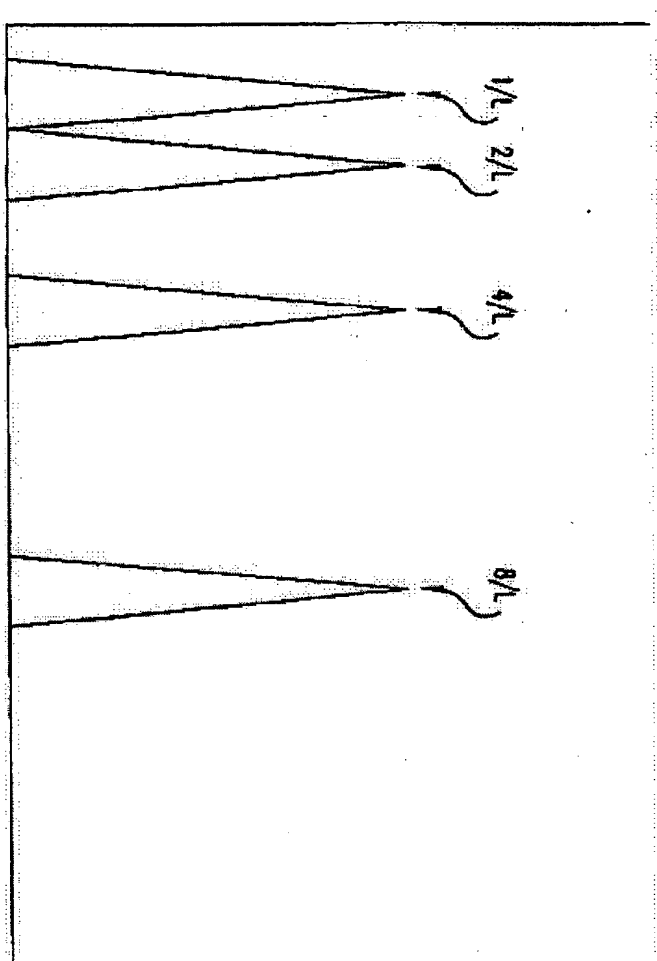
도 B10B



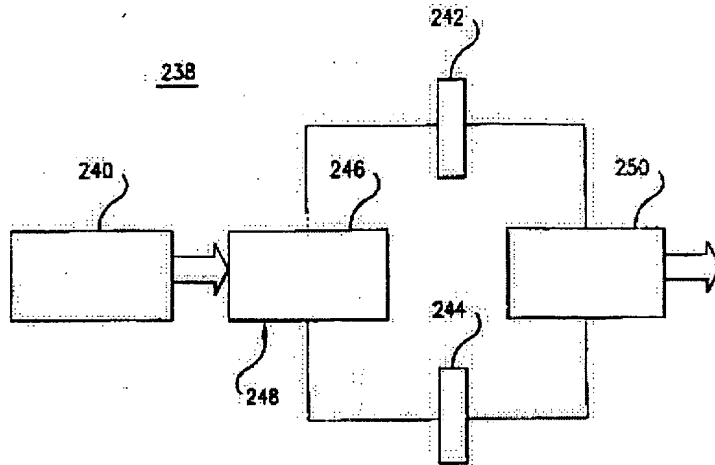
도 B10C



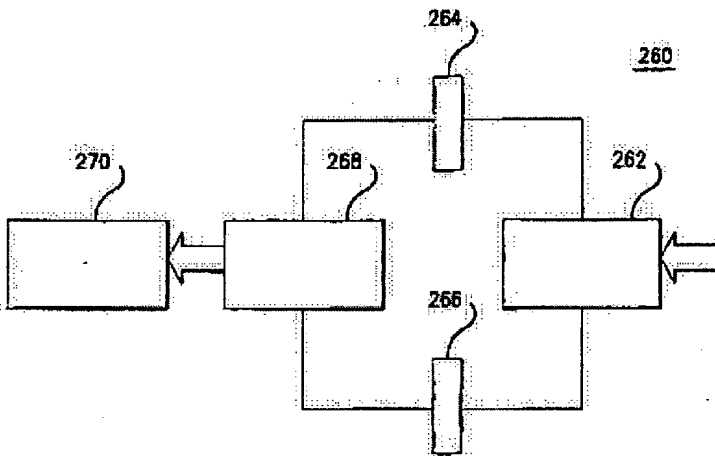
도 11



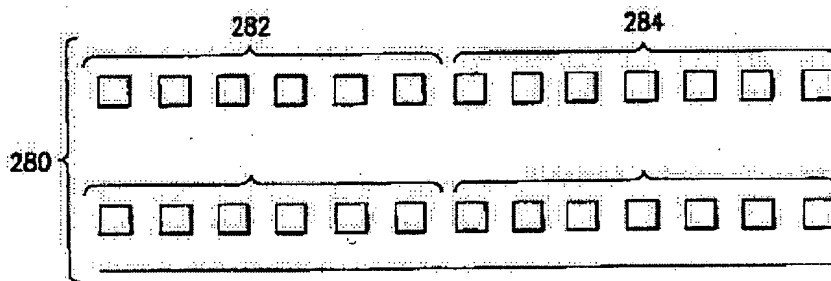
도 12A



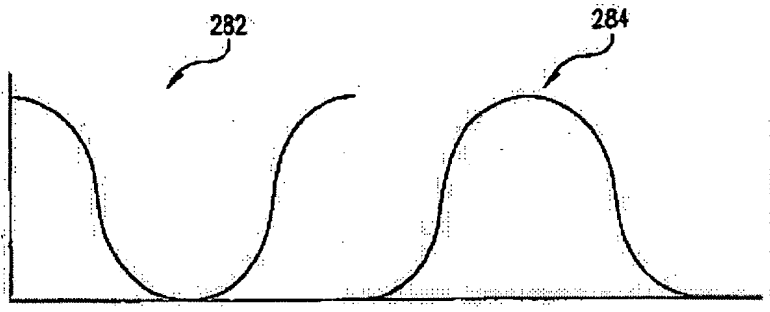
도 12B



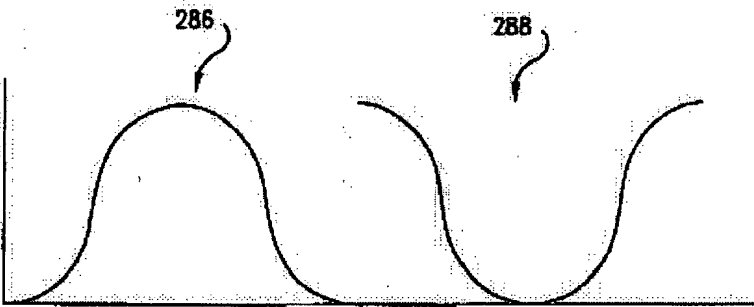
도 13A



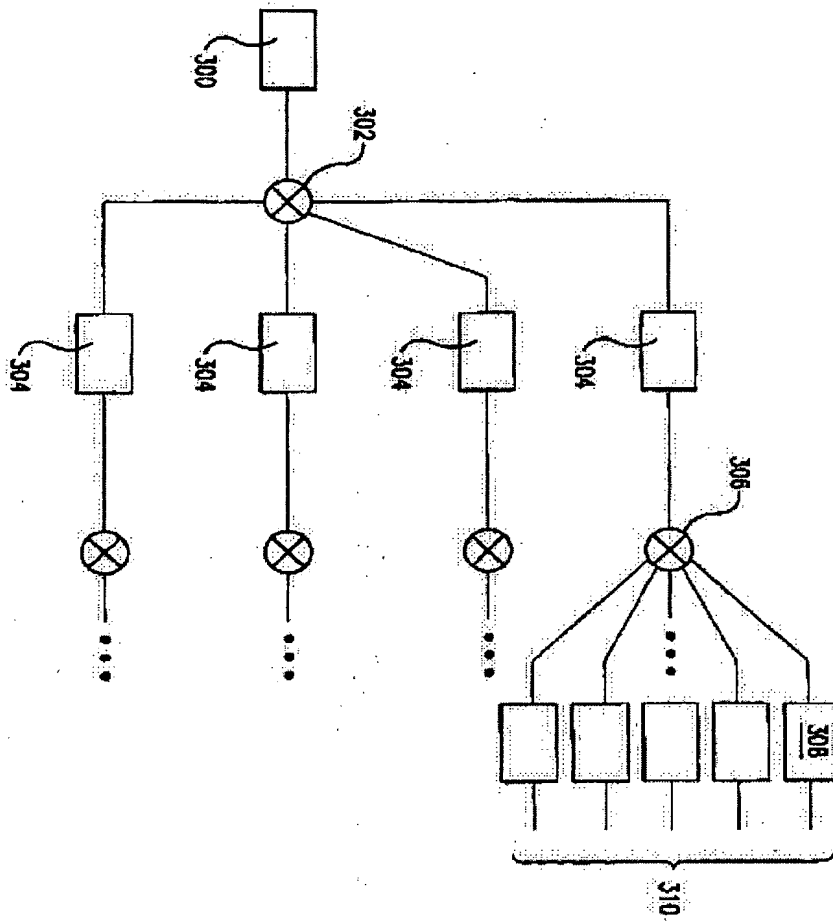
도 13B



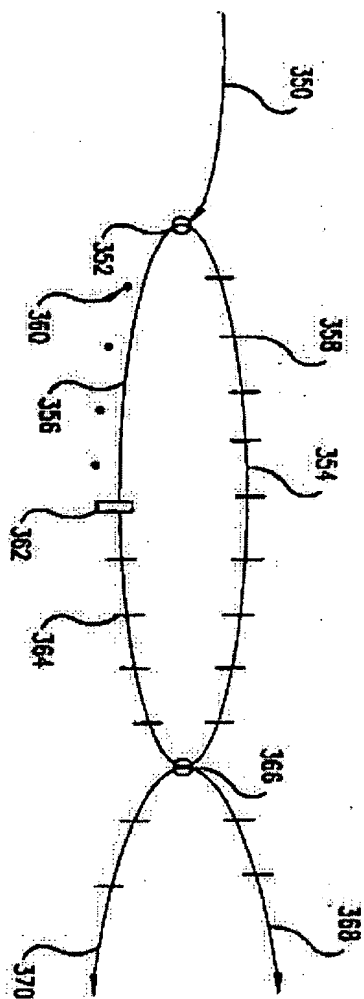
도 13C



도면 14



도면 15



도면 18

